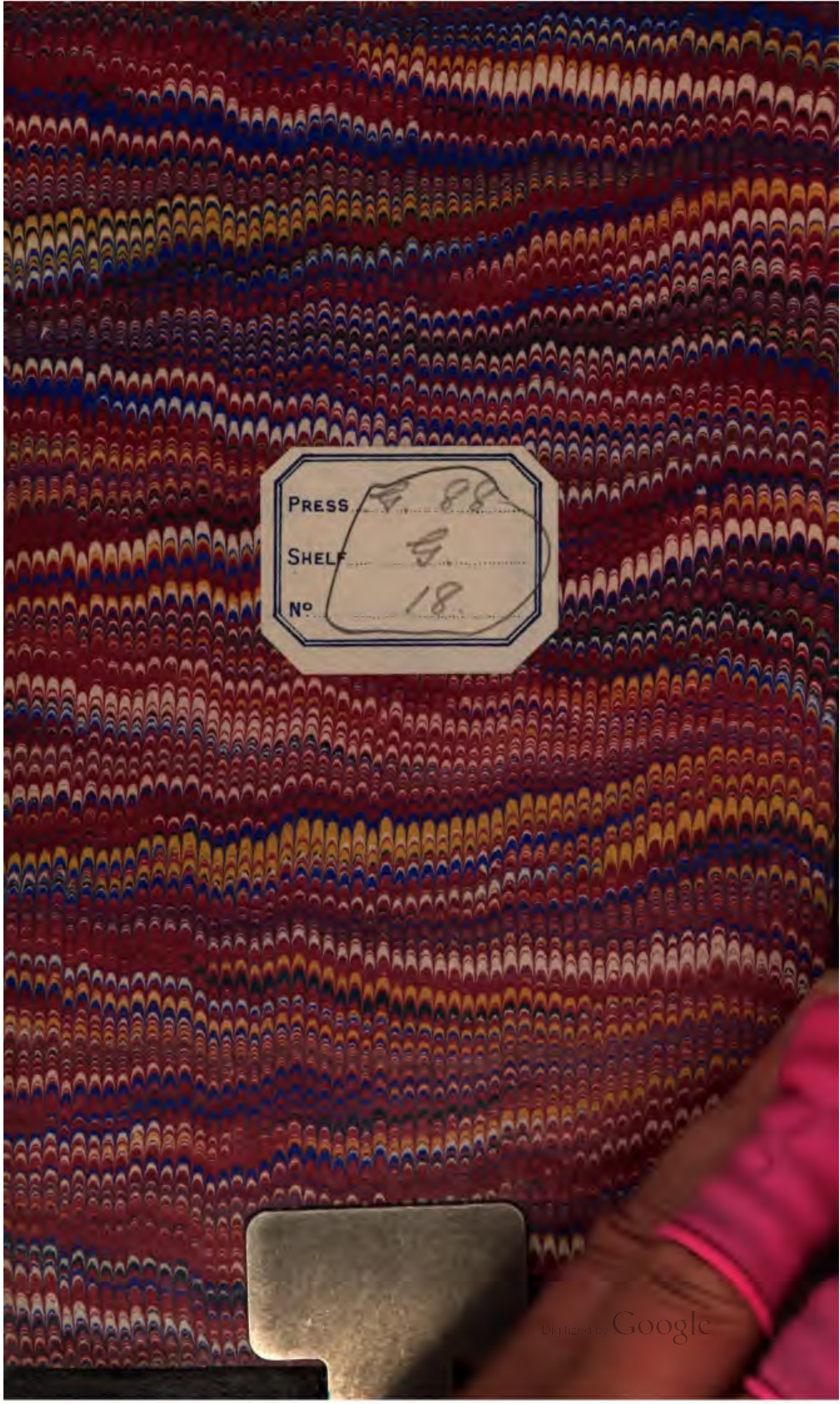



PRESS
SHELF
No
Digitized by Google



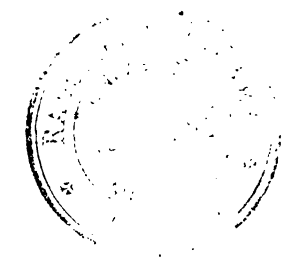


Presented by Mrs Rolleston.

BIBLIOTHÈQUE BELGE

POUR LA VULGARISATION DES SCIENCES & DES ARTS.

ZOOLOGIE ÉLÉMENTAIRE.

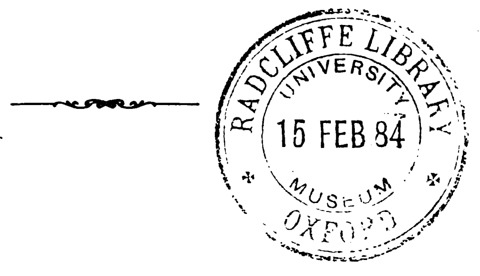


BIBLIOTHÈQUE BELGE.

ZOOLOGIE
ÉLÉMENTAIRE

PAR

FÉLIX PLATEAU,
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE GAND,
MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE BELGIQUE, ETC.



MONS,
HECTOR MANCEAUX, IMPRIMEUR-ÉDITEUR,
RUE DES FRIPIERS, 4; GRAND'RUE, 7 ET 9.

1880.

TABLE DES MATIÈRES.

PAGES.

AVANT-PROPOS 1

CHAPITRE PREMIER.

Animaux et plantes 5

CHAPITRE II.

Cellules et tissus 19

CHAPITRE III.

Systèmes, organes, appareils et fonctions. 38

CHAPITRE IV.

Subdivision du règne animal. 41

CHAPITRE V.

PREMIER EMBRANCHEMENT : MÉTAZOAIRES.

MÉTAZOAIRES A SYMÉTRIE BILATÉRALE.

PREMIER SOUS-EMBRANCHEMENT : VERTÉBRÉS.

La Grenouille 44

§ 1. Indications pratiques pour la dissection. 44

§ 2. Appareil locomoteur. 45

§ 3. Muscles. 47

§ 4. Squelette 53

§ 5. Exosquelette 68

§ 6. Union des parties du squelette entre elles 68

§ 7. Appareil des sensations. 70

§ 8. Système nerveux. 72

§ 9. Système nerveux de la Grenouille. 78

§ 10. Organes des sens. 90

§ 11. Toucher 91

§ 12. Sixième sens 97

PAGES.

§ 13. Goût 98
§ 14. Odorat 100
§ 15. Ouïe 102
§ 16. Vue. 107
§ 17. Indications topographiques préalables concernant les organes de la vie végétative. 112
§ 18. Appareil digestif 114
§ 19. Appareil circulatoire 129
§ 20. Cœur sanguin, circulation du sang. 134
§ 21. Lymphe. Cœurs lymphatiques 144
§ 22. Appareil respiratoire. 147
§ 23. Chaleur animale 154
§ 24. Organes sécrétoires 157
§ 25. Appareil reproducteur 165
§ 26. Organes femelles 167
§ 27. Organes femelles de la Grenouille 168
§ 28. Organes mâles. 174
§ 29. Organes mâles de la Grenouille. 176
§ 30. Fécondation 181
§ 31. Métamorphoses 183
§ 32. Caractères généraux des Vertébrés 185
§ 33. Subdivision du groupe des Vertébrés 187

CHAPITRE VI.

DEUXIÈME SOUS-EMBRANCHEMENT : MOLLUSQUES.

§ 1. L'*Arion empiricorum*. 197
§ 2. Examen du Mollusque vivant 199
§ 3. Indications préalables pour la dissection 208
§ 4. Appareil digestif 209
§ 5. Appareil reproducteur 217
§ 6. Cœur et appareil circulatoire; organe urinaire; appareil respiratoire 220
§ 7. Système nerveux et organes des sens 228

PAGES.

§ 8. Gastrula ; développement embryonnaire des Gastéropodes. 234
§ 9. Caractères généraux des Mollusques 240
§ 10. Annexe aux Mollusques : Tuniciers et Brachiopodes. . 242
Subdivision du groupe des Mollusques. 252

CHAPITRE VII.

TROISIÈME SOUS-EMBRANCHEMENT : ARTICULÉS OU ARTHROPODES.

§ 1. Considérations générales. *Écrevisse*. 261
§ 2. Examen extérieur de l'animal. Exosquelette, membres. 262
§ 3. Appareils circulatoire et respiratoire 279
§ 4. Appareil reproducteur, appareil digestif, organes excréteurs. 296
§ 5. Système nerveux, organes des sens. 305
§ 6. Développement embryonnaire 316
§ 7. Caractères généraux des Articulés 325
Subdivision du groupe des Articulés 328

CHAPITRE VIII.

QUATRIÈME SOUS-EMBRANCHEMENT : VERS.

§ 1. Considérations générales. 341
§ 2. Le *Lombric* ou Ver de terre. 342
§ 3. Organisation extérieure 343
§ 4. Dissection. 347
§ 5. *Cestodes* ou *Cestoïdes* (le *Tœnia serrata*) 362
§ 6. Caractères généraux des Vers 370
Subdivision du groupe des Vers. 372

CHAPITRE IX.

CINQUIÈME SOUS-EMBRANCHEMENT : ÉCHINODERMES.

§ 1. Considérations générales. 377
§ 2. L'*Étoile de mer*. Examen extérieur. 379
§ 3. Organisation interne de l'Étoile de mer 386
§ 4. Développement embryonnaire de l'Étoile de mer. . . 398
§ 5. Caractères généraux des Échinodermes. 405
Subdivision du groupe des Échinodermes. 407

CHAPITRE X.

MÉTAZOAIRES A SYMÉTRIE RADIÉE.

SIXIÈME SOUS-EMBRANCHEMENT : POLYPES.

PAGES.

§ 1. Considérations générales. 409
§ 2. Les Campanulaires 411
§ 3. Acalèphes discophores, Anthozoaires, Spongiaires . . 419
§ 4. Caractères généraux des Polypes 427
Subdivision du groupe des Polypes. 429

CHAPITRE XI.

DEUXIÈME EMBRANCHEMENT : MÉSOZOAIRES.

§ 1. Considérations générales. 435
§ 2. Les *Dicyémides* 438
§ 3. Caractères généraux des Mésozoaires 443

CHAPITRE XII.

TROISIÈME EMBRANCHEMENT : PROTOZOAIRES.

§ 1. Considérations générales. 445
§ 2. Les *Grégarines* 447
§ 3. *Colpodes, Opalines, Balantidium* 454
§ 4. Protozoaires cytodiques 464
§ 5. Caractères généraux des Protozoaires 467
Subdivision du groupe des Protozoaires 469
§ 6. Le règne des Protistes 473
§ 7. Génération spontanée. 475

CHAPITRE XIII.

TRANSFORMISME. (THÉORIE DE L'ÉVOLUTION, THÉORIE DE LA DESCENDANCE, DARWINISME, HAECKELISME.)

§ 1. Considérations générales. 481
§ 2. But de la théorie. 482
§ 3. Darwinisme (faits) 498
§ 4. Déductions théoriques 510
§ 5. Haeckelisme 515
Bibliothèque du débutant 525

AVANT-PROPOS.

Le plan de ce livre nous a été inspiré par l'excellent ouvrage de M. G. ROLLESTON : *Forms of animal life*[1]. Notre œuvre modeste n'est cependant ni une traduction, ni une paraphrase, ni une imitation proprement dite de celle du savant professeur de l'Université d'Oxford.

L'idée première seule est la même : mettre immédiatement le débutant en face de la nature telle qu'elle est ; lui faire acquérir pratiquement des notions élémentaires, mais exactes, sur l'organisation d'une petite série d'animaux communs choisis de façon à représenter les principaux groupes du règne animal.

La zoologie ne consiste pas, en effet, à piquer plus ou moins proprement des papillons dans des boîtes vitrées, à ranger, dans un ordre souvent artificiel, des coquilles et des oiseaux empaillés, ou à retenir par cœur les noms de quelques milliers de coléoptères. Son but est bien plus élevé.

1. Oxford. Clarendon press. 1870. In-8°. 12 planches.

On a parfois comparé le naturaliste à l'enfant qui brise ses jouets pour voir ce qu'il y a dedans. L'enfant obéit ici à un besoin impérieux de l'intelligence, *savoir*. Or, pour savoir, il ne suffit pas d'écouter les autres ou de lire leurs livres; il faut répéter soi-même quelques-uns des efforts effectués pour l'édification de la science. Il faut, dans notre cas particulier, étudier les animaux à l'aide du scalpel et du microscope; voir le plus près possible l'admirable structure et le fonctionnement de leurs organes. La zoologie est une science d'observation et ne s'apprend que par l'observation.

Nous invitons donc le lecteur à faire une partie des étapes de la route que doit parcourir celui qui veut devenir un jour naturaliste sérieux. Notre rôle sera de montrer le chemin et d'attirer l'attention sur les points intéressants, sur les difficultés à vaincre.

Après quelques chapitres consacrés à l'exposé de notions préliminaires indispensables, nous abordons successivement l'étude des différents groupes du règne animal, en choisissant, pour chacun d'eux, un type presque toujours facile à se procurer et dont la dissection ne demande ni local spécial, ni outillage compliqué. Ainsi la grenouille[1] nous sert d'exemple pour les Ver-

---

1. Lorsque nous avons écrit les pages consacrées à l'anatomie de la grenouille, la deuxième partie de l'*Anatomie des Frosches* de ECKER n'avait pas encore paru. Nous faisons la même observation à propos d'un ouvrage de HUXLEY sur l'écrevisse, ouvrage dont on annonce la publication prochaine.

tébrés, la limace rouge pour les Mollusques, l'écrevisse pour les Arthropodes, etc.

A propos des Vertébrés, nous passons en revue toutes les questions principales de physiologie, afin de familiariser le débutant avec les termes scientifiques et de lui donner des idées nettes sur les fonctions qui s'accomplissent chez l'être vivant.

L'examen assez détaillé de chaque type animal est suivi de l'énoncé des caractères généraux du groupe auquel il appartient; caractères que le lecteur retiendra d'autant plus facilement qu'il aura pu les observer presque tous lui-même. Des tableaux résument les classifications zoologiques et permettent de rattacher les types étudiés aux autres formes.

Malgré le caractère très élémentaire du livre, nous avons cherché à exposer avec clarté l'organisation des Protozoaires, les principaux faits concernant le développement embryonnaire, les théories transformistes, etc., de façon à placer immédiatement le lecteur dans le courant des idées modernes[1].

1. Un traité pratique, tel que celui-ci, ne se lit pas comme les articles d'une revue. Si l'on veut profiter des efforts de l'auteur, il faut s'astreindre à le suivre pas à pas, en observant ce qu'il dit d'observer, en opérant ainsi qu'il l'indique.

Comme à chaque instant l'auteur s'appuie sur des faits ou des hypothèses qu'il a exposés antérieurement, il importe aussi de ne pas chercher à glaner à droite et à gauche, mais de travailler suivant l'ordre adopté; de manière à ne jamais étudier un point nouveau sans être bien familiarisé avec tout ce qui précède.



ZOOLOGIE ÉLÉMENTAIRE.

CHAPITRE PREMIER.

ANIMAUX ET PLANTES.

Linné[1] groupait les corps naturels en trois règnes : le *règne minéral,* le *règne végétal,* le *règne animal*[2]. Ces noms et les idées premières qu'ils expriment sont devenus familiers à tout le monde : nous nous en servirons donc aussi.

Laissant de côté le règne minéral, objet de la minéralogie et de la géologie, sciences qui doivent rester en dehors de notre cadre, nous rappellerons que la partie de l'histoire naturelle consacrée au règne végétal est la *Botanique,* et que la *Zoologie* (ζῶον, animal, λόγος, discours) a pour but l'étude du règne animal.

Est-il facile de tracer les limites de ces deux branches de connaissances? En d'autres termes, les animaux et

1. Charles Linné, illustre botaniste et zoologue suédois, né à Rœshult en 1707, mort à Upsal en 1778. Ses œuvres eurent une énorme influence sur les progrès de la Botanique et de la Zoologie, surtout en ce qui concerne la partie descriptive et systématique de ces sciences.

2. *Systema naturae.* 13e édition, tome I, page 4. Lipsiae, 1788.



les plantes ont-ils autre chose de commun que leur qualité d'êtres vivants? Enfin, qu'est-ce qu'un animal? Ce sont des questions importantes auxquelles ce chapitre servira de réponse.

Personne ne confondra les animaux connus du vulgaire avec les arbres et les plantes de nos bois et de nos champs. Cependant cette distinction n'est si aisée à établir que pour les représentants supérieurs des deux règnes. A mesure que l'on s'adresse à des animaux et à des végétaux de structure plus simple, on voit les différences s'effacer et les analogies s'affirmer de plus en plus; au bas de l'échelle, la distinction n'est plus possible.

Nous désirons que le lecteur se pénètre bien de cette idée que la nature vivante forme un tout dont les innombrables membres possèdent les mêmes propriétés fondamentales, naissent, se nourrissent, croissent, se multiplient et meurent en vertu des mêmes lois; atteignent les mêmes buts par les mêmes moyens généraux. Ce n'est que dans les détails, dans le fait d'une complication, ou, si l'on veut, d'une perfection plus ou moins grande, que résident les différences.

A cet effet, nous emprunterons à un grand naturaliste anglais, M. Th. Huxley, les points principaux d'une conférence remarquable sur les limites entre les deux règnes[1]. Nous nous bornerons à ajouter quelques-uns

---

1. *Proceedings of the Royal institution.* Volume VIII, part. I, n° 64, p. 28, 1876.

des faits signalés par d'autres, à y joindre des exemples et à rendre les expressions intelligibles pour des débutants.

En 1817, Georges Cuvier[1] attribuait aux animaux les caractères suivants : la sensibilité et le mouvement volontaire; une cavité digestive; un appareil circulatoire; une composition chimique plus compliquée que celle des végétaux et marquée par la présence de l'azote comme élément essentiel; des échanges gazeux (respiration) consistant en absorption d'oxygène et exhalation d'acide carbonique; les végétaux fixant, au contraire, le carbone et dégageant de l'oxygène[2].

Tous ces caractères différentiels perdent en grande partie leur valeur lorsqu'on les examine de près, comme nous allons le faire, avec les ressources de la science moderne.

A. Sensibilité. Il est aussi difficile de constater la faculté de sentir chez beaucoup d'animaux inférieurs, privés de système nerveux et d'organes des sens, que chez les plantes. Elle ne se traduit chez eux que par des mouvements à peine plus considérables que ceux des végétaux. Ne sait-on pas, du reste, que des phénomènes

---

1. Cuvier, né à Montbéliard en 1769, mort à Paris en 1832, auteur d'une classification remarquable des animaux, fondateur de la paléontologie, l'un des créateurs de l'anatomie comparée. Ses travaux produisirent une immense impulsion et servirent pendant longtemps de guides dans les recherches scientifiques.

2. *Le règne animal distribué d'après son organisation* (Édition Deterville), p.p. 21 et suivantes. Paris, 1817.



incontestables d'irritabilité nous sont offerts par des phanérogames, c'est-à-dire par des végétaux supérieurs?

Les étamines du *Sparmannia africana*[1] s'éloignent du style quand on les touche; le lobe terminal de la feuille de la *Dionæa Muscipula* (plante des marais de la Caroline)[2] se replie en deux le long de sa nervure médiane et emprisonne ainsi les insectes qui s'y sont posés. Chez les *Drosera*, dont plusieurs font partie de notre flore, la feuille est frangée de tentacules saillants terminés par des glandes. Les glandes sécrètent un liquide gluant suintant en gouttelettes brillantes. Les insectes qui se posent sur ces feuilles perfides sont englués par la sécrétion visqueuse, puis embrassés et maintenus par les tentacules extérieurs qui possèdent le pouvoir de s'incliner sous l'influence de la plus légère irritation.

La sensibilité des *Drosera* est excessive : un petit fragment de cheveu pesant moins d'un millième de milligramme, placé sur la glande d'un tentacule, suffit pour déterminer un mouvement très perceptible[3].

La *Mimosa pudica*, ou Sensitive, présente d'autres faits analogues bien connus.

De même que chez les animaux, l'irritabilité est dimi-

---

1. Famille des Tiliacées.

2. Famille des Droséracées.

3. Ch. Darwin, *Insectivorous plants*, p. 32, et Francis Darwin, *Les analogies de la vie végétale et de la vie animale* (conférence faite à la *Royal institution*, 11 mars 1878). *Revue internationale des Sciences*, tome I, p. 627.

nuée ou détruite et les mouvements sont abolis par l'action des anesthésiques (vapeurs d'éther, de chloroforme, etc.). L'effet est seulement plus lent à se produire. Ainsi, si, comme l'a fait le célèbre physiologiste Claude Bernard, on place, séparément, sous différentes cloches de verre renfermant chacune une éponge imbibée d'éther, un oiseau, une souris, une grenouille et une sensitive : « C'est l'oiseau qui est le premier atteint ; il chancelle « et il tombe insensible au bout de quatre à cinq minu- « tes ; c'est ensuite le tour de la souris... ; la grenouille « est paralysée plus tard. Enfin la sensitive reste la « dernière ; ce n'est qu'au bout de vingt à vingt-cinq « minutes que l'insensibilité commence à se manifester. « Après une demi-heure environ, la sensitive est anes- « thésiée, l'attouchement des folioles ne détermine plus « leur abaissement ; tandis que la même excitation « produit une contraction immédiate des folioles sur « une sensitive normale [1]. »

B. MOUVEMENTS VOLONTAIRES. Il y a, en effet, une grande distance entre les mouvements voulus, spontanés, de la plupart des animaux, et les mouvements automatiques des feuilles, des différentes parties de la fleur, etc., de beaucoup de plantes. Mais, d'un autre

---

1. CLAUDE BERNARD, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, p.p. 258 et suivantes. Paris, 1878. — Voyez aussi, quant à l'action des anesthésiques sur la sensitive, PAUL BERT, *Recherches sur les mouvements de la sensitive*. Journal d'anatomie de Ch. Robin, page 549, 1867.

côté, des légions de végétaux inférieurs nous offrent des phénomènes de motilité qui semblent aussi spontanés que ceux des animaux à structure peu complexe. Les *Oscillaires* (algues d'eau douce sous forme de longs filaments) se meuvent à droite et à gauche, leur extrémité, tordue en hélice, exécute des mouvements de rotation. Les *Volvocinées*, autres algues que leurs déplacements avaient fait prendre pour des êtres de nature animale, nagent à l'aide de filaments mobiles. Les *zoospores*, ou corps reproducteurs des algues, se meuvent, se déplacent, se dirigent en nageant, semblant contourner ou éviter les obstacles, comme le feraient de petits animaux aquatiques. Il devient, du reste, bien difficile, pour les animaux inférieurs, de décider si leurs mouvements sont volontaires ou ne le sont pas. Que dire, enfin, des animaux chez lesquels les mouvements sont aussi peu prononcés, aussi peu spontanés que chez la plupart des représentants du règne végétal ?

C. CAVITÉ DIGESTIVE. Un grand nombre d'animaux inférieurs sont dépourvus de cavité digestive. Il en est même où la nourriture est absorbée par endosmose par tous les points de la surface du corps, comme dans la cellule végétale. Nous parlerons de quelques-unes de ces formes dans la suite. Il n'est, en effet, nullement nécessaire pour qu'un être vivant puisse s'assimiler des substances organiques, qu'il possède un appareil spécial. Toute digestion complète peut se résumer en ces trois opérations : transformation de la fécule en sucre, dédoublement des graisses en leurs principes constituants,

acide gras et glycérine, transformation des albuminoïdes (chair, albumine de l'œuf, caséine du lait, etc.) en produits solubles nommés peptones. Or, ces phénomènes se passent constamment chez les plantes : dans les graines, dans l'orge, par exemple, en voie de germination, il existe un ferment[1], la *diastase,* qui transforme la fécule en *glucose* (sucre de raisin) et la rend ainsi assimilable par l'embryon qui se développe.

Les huiles et les graisses constituent, chez les végétaux, des approvisionnements graduellement consommés.

MM. Gorup-Besanez et Will ont démontré dans les plantes (graines de *vicia,* chanvre, lin, orge, etc.) la présence d'un ferment transformant les albuminoïdes végétaux (gluten, légumine, etc.) et même les albuminoïdes animaux en peptones solubles et assimilables[2].

Ces faits et cent autres ont permis à un botaniste belge, M. Ed. Morren, de dire que « toutes les plantes

1. Certaines substances organiques azotées nommées *ferments* ont la propriété de transformer d'autres substances organiques sans leur prendre ni leur fournir aucun élément. Le ferment n'agit que par sa présence et se retrouve intact, inaltéré, après la transformation qu'il a provoquée.

La transformation chimique opérée par un ferment prend le nom de *fermentation ;* la substance transformée est la *substance fermentescible.*

Ainsi, par exemple, lors de la germination, la matière fermentescible est la fécule ou amidon, le ferment est la diastase. La fécule se transforme en dextrine, puis en glucose. La fermentation terminée, la diastase se retrouve avec ses propriétés premières.

2. *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft,* 1874 et 1876.

« digèrent et que leur digestion, dans ses phénomènes « essentiels, est la même que celle des animaux[1]. »

D. APPAREIL CIRCULATOIRE. Un appareil circulatoire proprement dit manque chez de nombreux animaux. Cuvier l'a, du reste, reconnu lui-même.

E. COMPOSITION CHIMIQUE. Il est prouvé actuellement que l'azote est un des composants des plantes et qu'il n'y a guère de végétaux que l'on puisse considérer comme en étant dépourvus. On rencontre, en effet, cet élément dans le protoplasme des cellules végétales[2] (*gluten* du blé, par exemple), dans la *chlorophylle* (matière colorante verte des plantes) et dans une foule d'autres substances qu'on peut extraire des fruits, des graines, des feuilles, des tiges, des racines, etc.

Ajoutons que, réciproquement, des corps composés considérés, pendant longtemps, comme essentiellement végétaux, ont été largement retrouvés dans le règne animal. Ainsi, le *Glycogène* qu'on observe dans le foie de l'homme et de tous les animaux supérieurs et dans un grand nombre d'organes embryonnaires, est tellement voisin de l'amidon ou fécule végétale par ses propriétés, qu'on a pu lui donner le nom d'amidon animal. La *cellulose* que nous observons tous les jours à l'état à peu près pur, sous forme de papier, et qui, constituant les parois des cellules végétales, forme, en réalité, la

---

1. *Du rôle des ferments dans la nutrition des plantes* (Bulletin de l'Académie royale de Belgique, 2e série, tome 42, 1876, page 1019).

2. Pour le mot *protoplasme*, voyez le chapitre II, page 22.

charpente des plantes, existe, comme l'a montré le premier Carl Schmidt, dès 1845[1], avec ses propriétés caractéristiques, dans l'enveloppe extérieure de nombreux animaux marins, les *Tuniciers*, il n'y a guère que le nom de modifié : on l'appelle, dans ce cas, *Tunicine*.

F. ÉCHANGES GAZEUX. Il n'y a pour ainsi dire pas de différence entre la *respiration* des plantes et celle des animaux. L'erreur provient de ce qu'on a pris longtemps pour respiration un phénomène d'une autre nature. La respiration proprement dite a lieu, chez les végétaux, la nuit comme le jour; elle est caractérisée, comme chez les animaux, par l'absorption de l'oxygène, le dégagement de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau[2]. La croissance est impossible sans échanges gazeux effectués dans le sens que nous venons d'indiquer; ainsi, les graines qui germent absorbent de l'oxygène en quantité.

Chez les plantes *vertes* et sous l'influence de la lumière seulement, se passe un phénomène de nutrition spécial; il y a absorption d'acide carbonique, décomposition de ce gaz dans les cellules à chlorophylle, fixation du carbone et dégagement d'oxygène.

Ce serait cependant encore une erreur de croire que ce fait est exclusivement propre aux plantes. Il existe,

1. *Zur vergleichenden Physiologie der wirbellosen Thiere*. Braunschweig, 1845.

2. Pour la respiration des animaux, voyez chapitre V, § 22.

en effet, un certain nombre d'animaux inférieurs verts dont la couleur est due à de la chlorophylle vraisemblablement empruntée aux végétaux. Exposés à la lumière, qu'ils recherchent, du reste, ces êtres dégagent de l'oxygène en abondance. M. Geddes a même pu recueillir, dans de petites cloches retournées sous l'eau, l'oxygène dégagé par des Planaires[1] marines vertes placées au soleil[2].

Les caractères différentiels proposés par Cuvier sont donc loin d'être d'une application rigoureuse. Il y a plus, les recherches expérimentales des physiologistes et des chimistes actuels permettent d'énumérer bien d'autres propriétés communes aux deux règnes : M. Burdon Sanderson a montré que la contraction du protoplasme des cellules était accompagnée, chez les végétaux, d'un changement dans l'état électrique de la substance contractile, comparable à ce que l'on observe dans les muscles des animaux; il a pu, dans une séance de la *Royal institution,* faire assister un public d'élite à la répétition surprenante de phénomènes identiques dans un muscle de grenouille et une feuille de Dionée[3].

MM. Hooker, Ch. Darwin, Francis Darwin, Gorup Besanez, Will, Ed. Morren, W. Clark, etc., ont réuni

---

1. Vers du groupe des *Turbellariés*. V. le tableau qui termine le chap. VIII.

2. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris,* tome 87, 1878, page 1095.

3. *Venus's Fly-Trap* (DIONAEA MUSCIPULA) *Lecture at the Royal Institution* (Nature anglaise, tome X, 1874, page 127).



de nombreuses observations sur les plantes carnivores *(Nepenthes, Cephalotus, Sarracenia, Drosera, Dionæa, Aldovranda, Drosophyllum, Utricularia, Pinguicula, etc.)*; plantes dont la propriété de s'assimiler les substances animales des insectes et d'autres petits articulés qu'elles capturent est aujourd'hui un fait incontestablement acquis, malgré l'incrédulité qui a accueilli les premières recherches.

Dans ces derniers temps, on a cru trouver une ligne de démarcation entre les deux règnes dans certains phénomènes très intimes de nutrition. Un mot d'explication est nécessaire : il existe toute une catégorie de substances organiques azotées dont nous avons déjà parlé plusieurs fois dans ce chapitre, les *substances albuminoïdes*. D'une constitution très complexe, généralement incristallisables, se putréfiant facilement, elles se composent toutes de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène dans des proportions très analogues; elles renferment, en outre, de petites quantités de soufre et de phosphore. Ces substances jouent, dans l'économie, un rôle d'une importance énorme dont nous aurons donné une idée en disant que, chez les animaux, par exemple, l'*albumine* est un des éléments essentiels et constants de tous les liquides, le sang, la lymphe, le liquide amniotique, le blanc de l'œuf; que la *fibrine* s'extrait du sang, du chyle, de la lymphe; la *syntonine*, des muscles; que la *caséine* s'observe dans le lait de tous les animaux à mamelles, etc. En résumé, si l'on en excepte les graisses, les parties dures qui servent de charpente,

les os, les écailles, la corne et quelques autres, le corps entier de l'homme ou d'un animal n'est presque qu'une association de toutes les formes possibles de substances albuminoïdes.

Cependant, fait bien curieux, les plantes seules sont aptes à la *formation* de ces substances. Le végétal extrait son azote des liquides dans lesquels plonge sa racine ; la chlorophylle de ses feuilles extrait le carbone de l'atmosphère. Carbone et azote se combinent à de l'oxygène et à de l'hydrogène sous la forme complexe d'une matière albuminoïde première qui, par de légères modifications, pourra donner lieu à tous les autres albuminoïdes végétaux.

L'animal, au contraire, ne peut former de toutes pièces aucune des matières albuminoïdes ; il doit fatalement emprunter, soit directement, soit indirectement, les substances en question au règne végétal. On pourrait donc supposer que là est la clé pour résoudre toujours la question de la nature animale ou végétale d'un être. Mais ce moyen, d'une application du reste bien difficile, nous échappe encore parfois. Des organismes inférieurs, pour ainsi dire intermédiaires entre les champignons et les animaux, les *myxomycètes*[1], passent dans le cours de leur évolution par plusieurs

1. Les *myxomycètes* vivent en général, pendant leur période d'activité, sur les végétaux en décomposition, tan, tiges pourries, etc. Ils présentent alors l'aspect de masses mucilagineuses de protoplasme, animées de contractions et de mouvements analogues à ceux des animaux protozoaires appelés *amibes*. Ces



phases : dans l'une; ils empruntent à des sources extérieures leur matière albuminoïde et sont donc alors animaux, dans les autres, ils forment cette matière eux-mêmes et sont alors plantes.

Le problème d'une délimitation nette entre les deux règnes est par conséquent insoluble[1].

Il en résulte qu'une définition absolument générale de l'animal est impossible. Elle ne peut être vraie qu'à la condition de s'appliquer à des êtres relativement supérieurs. Celle que nous donnons suppose donc cette restriction indispensable. Nous avertissons de plus le lecteur qu'elle ne peut lui être parfaitement intelligible qu'après la lecture des chapitres II, III, IV et V. Il en serait de même pour toute autre définition proposée ailleurs.

---

masses protoplasmiques portent le nom de *plasmodies ;* elles se déplacent lentement et absorbent les débris organiques qu'elles rencontrent sur leur trajet.

Arrivée à sa limite de croissance, la plasmodie se contracte, s'entoure d'une enveloppe rigide et passe à l'état de réceptacle fructifère rempli d'innombrables spores susceptibles de conserver pendant des années leur faculté germinative.

Au contact de l'eau, la spore crève, son contenu protoplasmique s'échappe ; la petite masse de protoplasme, d'abord ronde, s'effile à une de ses extrémités et se termine en cil ; c'est une *zoospore* qui se meut en tournant sur son axe ou en rampant. Les zoospores se multiplient quelque temps par division, puis cessent de se multiplier, prennent la forme d'amibes et se fusionnent pour produire une nouvelle grande masse de protoplasme ou plasmodie.

La plasmodie qui rampe en englobant des grains d'amidon, des particules végétales, etc., représente la phase animale. La période de fructification est la phase végétale.

1. Voyez chapitre XII, § 6, *le règne des protistes.*

L'animal est « un organisme libre, doué de mouvement volontaire et de sensibilité, dont les organes se développent dans l'intérieur du corps, qui se nourrit de matières organisées, respire de l'oxygène, transforme les forces latentes en forces vives sous l'influence des phénomènes d'oxydation et excrète de l'acide carbonique et des produits de décomposition azotés[1]. »

1. Définition empruntée à Claus, *Traité de Zoologie,* traduction française. Paris, 1877, page 12.

CHAPITRE II.

CELLULES ET TISSUS[1].

Le corps d'un animal, d'un cheval, d'un oiseau ou d'un poisson, comprend une série d'organes offrant chacun quelqu'usage déterminé. Tous nous avons appris, dès l'enfance, à connaître les membres, pattes, ailes ou nageoires, organes de la locomotion; les yeux, les narines, les oreilles, organes des sens, etc. Si nous ouvrons le corps de cet animal, nous y observerons des organes respiratoires, les branchies ou les poumons; un organe mettant le sang en mouvement, le cœur; des organes de la digestion, estomac, intestin et une foule d'autres. Une véritable dissection, en nous armant du scalpel et même, au besoin, de la loupe, nous fera faire un grand pas de plus; nous constaterons que ces organes ont une structure complexe, qu'ils se composent de membranes, de muscles, de nerfs, de vaisseaux, de cartilages, d'os, etc. Enfin, si nous soumettons au microscope composé des fragments de ces muscles, de ces nerfs, de ces vaisseaux, de ces cartilages et de ces os, nous pourrons nous

1. Pour tous les organes auxquels il est fait allusion dans ce chapitre, voyez le chapitre V, *Vertébrés*.



assurer qu'aucune de ces parties n'est homogène ; qu'elles sont constituées par une association de très petits corps : ici en forme de fibrilles, là en forme de petites lamelles polygonales, ailleurs avec l'aspect de *cellules*, petites masses sphériques, cylindriques ou polyédriques à caractères spéciaux dont l'étude nous fera pénétrer très avant dans la connaissance des phénomènes intimes de l'organisme (voir les figures 8, 9, 16, 20, 28).

Il nous sera loisible d'examiner ces petits corps avec de forts grossissements, de voir qu'ils sont eux-mêmes souvent décomposables en couche enveloppante et en contenu liquide ou demi-liquide où flottent des granules, des gouttelettes de graisse; qu'ils renferment, en outre, fréquemment un petit noyau; mais nous ne pourrons pousser au-delà la décomposition de l'animal. Nous sommes arrivés, en effet, aux derniers éléments figurés dont l'être entier est composé. De là vient que l'on donne ordinairement le nom d'*éléments anatomiques* aux *cellules* et aux fibrilles, lamelles et autres formations qui toutes dérivent de ces cellules.

Cherchons donc à nous faire de la *cellule* et de ses propriétés une idée aussi nette que possible. Dans ce but, assistons d'abord à son apparition chez l'être vivant.

A l'exception de ceux qui constituent les groupes très inférieurs, tous les animaux se reproduisent par des œufs et, bien que cela puisse sembler étrange au vulgaire, les animaux à mamelles ou *mammifères*, par

conséquent l'espèce humaine, les singes, les chevaux, les ruminants, les rongeurs, etc., rentrent dans la règle commune. Seulement, chez les mammifères, le développement se passe dans le corps de la mère, et le produit n'est ordinairement expulsé que lorsque ce développement est à peu près complet; tandis que chez les oiseaux, la plupart des reptiles, des batraciens et des poissons, l'œuf est pondu et le jeune ne commence en général à s'y former d'une manière bien visible, pour des yeux peu exercés, qu'après cette ponte.

Afin de familiariser avec ce fait de l'existence de l'œuf chez les mammifères, nous choisirons précisément comme exemple l'œuf des animaux de cette classe [1].

Les organes femelles internes dans lesquels se forment les œufs, portent le nom d'*ovaires*; ils sont au nombre de deux chez le plus grand nombre d'animaux supérieurs. Dans ces ovaires existent de très bonne heure, puisqu'on les observe déjà, bien avant la naissance, chez la jeune femelle, de nombreuses et très petites sphérules transparentes, constituées chacune par une gouttelette de matière albuminoïde incolore, un peu visqueuse, dont le centre est occupé par un *noyau* ou sphérule plus petite, d'un éclat mat, offrant elle-même un petit nucléole réfringent (figures 1 et 34).

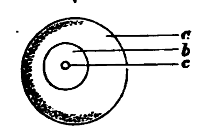
---

1. Nous adressant ici à des lecteurs pour lesquels l'embryogénie est chose absolument nouvelle, nous avons nécessairement cherché à être très simple. Une foule de détails sont donc intentionnellement supprimés; les faits absolument indispensables sont seuls décrits.



Les sphérules en question sont de jeunes *ovules,* de jeunes *œufs;* le liquide qui en constitue la partie principale est de la matière animale vivante dans son état le plus simple; on lui donne le nom de *protoplasme* (πρῶτος, premier, πλάσμα, de πλάσσω, former); le noyau s'appelle *vésicule germinative;* le nucléole est ordinairement désigné sous le nom de *tache germinative* ou de *corpuscule de Wagner.*

Figure 1.



JEUNE OVULE DE MAMMIFÈRE (grossi).
a, protoplasme.
b, vésicule germinative.
c, corpuscule de Wagner.

La composition de l'ovule nous permet d'acquérir en même temps une autre notion importante : toutes les observations modernes ont démontré que le jeune œuf n'est qu'une *cellule* dans le sens que les histologistes[1] attachent à ce mot. Une cellule est donc, en principe, *une petite masse distincte de protoplasme munie d'un noyau.*

Le *protoplasme,* qui est probablement un mélange de diverses substances albuminoïdes, est doué de tous les caractères de la vie : il possède, en effet, 1° une *contractilité propre,* c'est-à-dire la propriété de modifier spontanément ses dimensions; les masses isolées de protoplasme s'allongent, se raccourcissent, émettent

1. L'*histologie* est la science qui a pour objet l'étude microscopique des tissus : c'est l'anatomie microscopique.

ou rétractent des prolongements, se gonflent ou se contractent; 2° il *s'accroît* en empruntant par absorption les éléments nécessaires à cet accroissement, et 3° il engendre son semblable, se *multiplie par division ;* toute masse protoplasmique pouvant se scinder spontanément en deux ou plusieurs masses plus petites.

Revenons à l'ovule pour assister à la manifestation des propriétés que nous venons de mentionner. Depuis l'instant de sa formation, jusqu'au moment où il quitte l'ovaire, le jeune œuf augmente graduellement de volume; fait dû à l'absorption de matières empruntées aux liquides qui imprègnent l'organe qui l'enveloppe. Il s'est, de plus, entouré d'une couche limitante transparente, la *membrane vitelline* ou *chorion*[1], et le protoplasme est devenu trouble, blanchâtre, parce qu'il s'est chargé d'un grand nombre de granulations, les unes de nature albuminoïde, les autres de nature graisseuse.

Le contenu de l'œuf, c'est-à-dire ce mélange du protoplasme primitif et des substances nouvelles qui l'accompagnent, est le *vitellus*[2]. En ce moment, l'œuf arrivé à maturité se compose donc du chorion, du

---

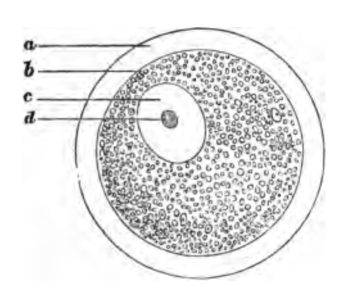
1. Ces deux termes ne sont pas absolument synonymes; mais nous pouvons les regarder comme tels dans un exposé élémentaire.

2. Il ne faut pas, comme on le fait souvent, confondre le vitellus avec le *jaune* de l'œuf des oiseaux. Celui-ci n'est qu'une provision de matière nutritive existant à côté du vitellus vrai.



vitellus et de la vésicule germinative avec son nucléole. Le diamètre encore très petit est de $0^{mm},20$ dans l'espèce humaine, de $0^{mm},18$ chez la lapine (figure 2).

Figure 2.



OEUF MUR DE LAPINE
(d'après Ed. van Beneden [1]),
grossissement, 300.

a, chorion.
b, vitellus.
c, vésicule germinative.
d, tache ou corpuscule de Wagner.

Pour donner lieu à un embryon, l'œuf doit recevoir le contact des *spermatozoïdes*, éléments mobiles, de nature cellulaire, flottant dans le liquide fécondant mâle [2]. Ce contact, *imprégnation* ou *fécondation*, se passe chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles, dans les organes de la femelle; chez la plupart des batraciens et des poissons, au contraire, il a lieu après la ponte. Dans d'autres groupes, il est aussi tantôt interne, tantôt externe.

Quelque temps avant la fécondation, la vésicule germinative disparaît dans l'œuf mûr [3].

Le vitellus subit en même temps un véritable retrait,

1. *Rech. sur la composition et la signification de l'œuf*, pl. XII, fig. 2.

2. Voir pour les spermatozoïdes et la fécondation, le ch. V, §§ 28, 29, 30.

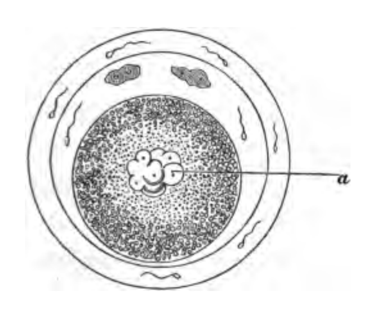
3. Elle donne lieu à des éléments spéciaux dont nous passons momentanément la destination sous silence.

et cette rétraction est accompagnée, pendant quelque temps, de mouvements lents de contraction dans divers sens. Un liquide transparent s'accumule entre le vitellus et le chorion.

Nous décrirons plus tard, à propos des organes reproducteurs de la grenouille, le phénomène complexe, mais très intéressant, qui constitue la fécondation proprement dite. Celle-ci sera donc, pour le moment, supposée accomplie[1].

Après la fécondation, la masse vitelline rétractée, mais sphérique, offre à son centre un noyau nouveau, clair, totalement différent, par son rôle, de la vésicule germinative (fig. 3). Ce noyau, *premier noyau embryonnaire*, est le point de départ des modifications curieuses connues sous le nom de *segmentation* du vitellus. Le noyau change en effet d'aspect; il s'allonge,

Figure 3.



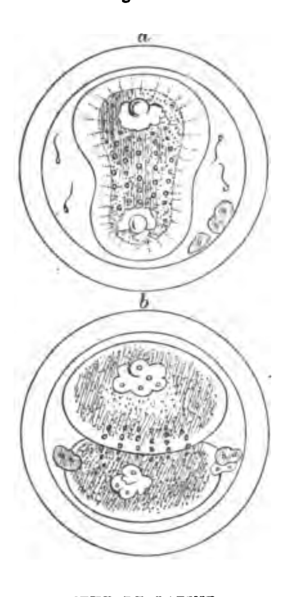
OEUF DE LAPINE FÉCONDÉ
(d'après Ed. Van Beneden[2]).
a, premier noyau embryonnaire.

1. Chapitre V, § 30.

2. Cette figure ainsi que les figures 4, 5, 6 et 7 sont imitées des tableaux exposés à Paris par M. Ed. Van Beneden, lors de l'exposition universelle de 1878.

devient fusiforme, s'étrangle au milieu et se scinde enfin en deux masses plus petites (figure 4, *a*[1]). Le vitellus groupé autour de la masse nucléaire a suivi ce mouvement de division et l'œuf renferme actuellement 2 globes sphériques d'abord, plus tard affaissés et accolés l'un à l'autre, munis chacun d'un noyau clair (figure 4, *b*). Ce sont les deux premiers *globes de segmentation*. Ils ne sont identiques ni quant aux dimensions, l'un étant un peu plus volumineux que l'autre; ni quant à la fonction finale.

Figure 4.



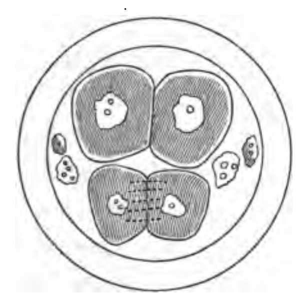
OEUF DE LAPINE
(d'après Ed. Van Beneden).
a, débuts de la segmentation.
b, les deux premiers globès de segmentation.

Les deux premiers globes de segmentation se divisent en deux; de là 4 masses à noyaux (figure 5); celles-ci, à leur tour, en 2, de là 8 globes, nécessairement déjà beaucoup plus petits. Les quatre globes

1. La subdivision du noyau de l'œuf ou de celui d'une cellule ordinaire est toujours accompagnée de phénomènes délicats et très curieux, mais que nous laissons intentionnellement dans l'ombre.

provenant de la subdivision du plus grand des globes de segmentation primitifs se groupent pour former une calotte concave au-dessus des autres. Nous leur donnerons, avec M. Ed. Van Beneden[1], le nom de globes *ectodermiques* (ἐκτὸς, extérieur, δέρμα, peau). Les quatre autres plus centraux et émanant du globe primitif le plus petit, sont les globes *endodermiques* (ἔνδον, dedans).

Figure 5.



OEUF DE LAPINE
(d'après Ed. Van Beneden).
Segmentation en quatre.

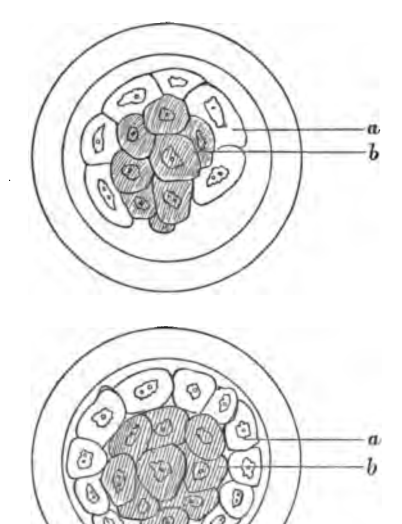
A partir de ce moment, les globes ectodermiques se multiplient plus rapidement que les endodermiques; de là des phases successives à douze globes, à seize, à vingt-quatre, trente-deux, quarante-huit, soixante-quatre, quatre-vingt-seize, etc. La calotte ectodermique s'étendant de plus en plus, de façon à envelopper graduellement la masse des globes endodermiques (fig. 6).

Ces globes de segmentation ne sont autre chose que

1. Ed. Van Beneden, *La maturation de l'œuf, la fécondation et les premières phases du développement embryonnaire chez les mammifères; d'après des recherches faites chez le lapin.* (Bulletin de l'Acad. royale de Belgique, t. XL, 1875, p. 686.) Tout ce qui concerne la segmentation est emprunté à ce travail, mais mis sous une forme élémentaire.

des cellules à la multiplication desquelles nous venons d'assister ; ils se composent chacun, en effet, d'un protoplasme légèrement granuleux et d'un noyau dans lequel certains réactifs décèlent plusieurs nucléoles. L'embryon, au point du développement auquel il est arrivé actuellement, est donc constitué par un corps cellulaire compacte, formé d'une masse endodermique et d'une couche ectodermique superficielle.

Figure 6.



OEUF DE LAPINE
(d'après Ed. van Beneden).

Groupement des globes de segmentation, de façon à former :
a, une calotte ectodermique ;
b, une masse endodermique.

Vers ce moment, l'œuf pénètre dans l'*utérus*[1] de la femelle, ou organe de gestation, augmente assez rapidement de volume et offre d'autres modifications importantes. Une fente où s'ac-

1. Voyez chapitre V, § 26.



Figure 7.

a

b

c

d

1

2

3

OEUF DE LAPINE
(d'après Ed. Van Beneden).

a, b, c, la masse endodermique s'applique contre l'ectoderme.
d, région tridermique : 1, endoderme ; 2, mésoderme ; 3, ectoderme.

cumule un liquide hyalin apparaît entre la couche ectodermique qui augmente de diamètre et la masse endodermique restée à peu près stationnaire. La fente en question est bientôt une vaste cavité. La masse endodermique devenue lenticulaire, s'accole, par une surface plus ou moins étendue, à la face interne de la couche ectodermique (fig. 7 *a*). Elle s'aplatit sous forme de disque (fig. 7 *b, c*) et nous montre ensuite une différenciation en cellules de deux natures différentes. Celles qui occupent et la face qui regarde l'intérieur de l'œuf et la périphérie du disque sont plates et sur une seule rangée; celles de la région centrale sont moins modifiées et forment une masse qui s'étend beaucoup moins loin (fig. 7 *d*).

Il est à peine nécessaire d'ajouter que ces phénomènes sont accompagnés de multiplications cellulaires rendant naturellement les cellules de plus en plus petites.

L'embryon se compose donc alors d'une grande vésicule à paroi ou enveloppe cellulaire. Cette paroi cellulaire générale porte le nom de *blastoderme* (βλαστός, bourgeon, germe, δέρμα, peau). Sur une zone peu étendue, ce blastoderme est constitué par trois couches, un *ectoderme,* ou feuillet externe, un *mésoderme* (μέσος, intermédiaire), ou feuillet moyen, un *endoderme,* ou feuillet interne. Au-delà de cette zone, on constate encore deux feuillets, l'ectoderme et l'endoderme, enfin, le reste du blastoderme ne comprend plus que l'ectoderme seul.

Nous nous arrêterons momentanément ici dans l'étude

de l'œuf, mais pour insister sur l'importance de ces couches du blastoderme dans l'édification du nouvel être. En effet, non seulement toutes les parties du corps vont résulter de la multiplication et des modifications de ses cellules, mais chacun des feuillets blastodermiques aura son rôle parfaitement limité et distinct. Ainsi, l'épiderme, certaines portions des organes des sens, le cerveau et la moelle épinière, prennent naissance aux dépens de l'ectoderme; le squelette, les muscles, le cœur, ont pour origine le mésoderme; les éléments sécrétoires du tube digestif et de ses glandes annexes, le foie, le pancréas, etc., sont produits par l'endoderme.

L'œuf des mammifères nous a, par conséquent, appris ce que c'est qu'une cellule; mais il nous a, de plus, fait assister à la naissance et à la multiplication endogène de nouvelles cellules à ses dépens. Enfin, il nous a montré qu'il y a des animaux dont les organes et les tissus dérivent de trois feuillets primitifs : un endoderme, un mésoderme et un ectoderme.

Ces animaux tridermiques, ou *Métazoaires,* sont nombreux ; ce sont les vertébrés, les mollusques, les arthropodes, les vers, les échinodermes et les polypes.

Il existe, comme nous le verrons, des animaux privés de feuillet moyen, n'ayant qu'un endoderme et un ectoderme, les *Mésozoaires.* Très peu nombreux à l'époque actuelle, ils ne sont représentés que par les *Dicyémides.*

Enfin, il y a, dans la nature, un troisième groupe

immense, celui des *Protozoaires*, innombrables petits êtres microscopiques chez lesquels ces différenciations n'ont même pas eu lieu et qui, chacun individuellement, n'est qu'une cellule ou un cytode.

E. Haeckel qui, par ses vues hardies et ses travaux sur les protozoaires, s'est fait un grand nom dans la science, a nommé *cytode* une petite masse de protoplasme vivant, distincte, mais sans noyau. Le cytode peut exister seul et vivre d'une vie indépendante, tels sont les êtres inférieurs dits cytodiques, les *monères*[1].

La véritable cellule est, au contraire, une petite masse de protoplasme munie d'un noyau. Ces deux formes se lient évidemment l'une à l'autre ; le cytode représentant un état inférieur, la cellule un état supérieur. Haeckel les réunit sous la dénomination commune de *Plastides*.

Dans la définition de la cellule ; on ne parle pas de membrane limitante. Les jeunes cellules sont en effet nues, sans enveloppe. Ce terme de jeune cellule n'est pas déplacé : chaque cellule est en réalité, *une individualité physiologique* ; elle *nait,* nous venons de le voir, d'un autre élément cellulaire ; vers les débuts de son existence, elle offre son maximum d'activité ; elle *se multiplie ;* cette multiplication ayant lieu, en thèse générale par le procédé dont nous avons donné un exemple, division du noyau, étranglement du corps cellulaire, etc. ; elle *absorbe* des éléments qu'elle em-

1. Voyez chapitre XII, § 4.

prunte aux liquides voisins. Au sein de son protoplasme s'élaborent, aux dépens des éléments absorbés, des matières très diverses utilisées pour l'une ou l'autre des fonctions de l'animal dont la cellule fait partie intégrante ; ainsi des globules graisseux dans les cellules de la graisse, des matières colorantes telles que celles de la bile dans le foie, des ferments digestifs dans les cellules des glandes de l'estomac, du pancréas, etc.

Après une existence d'une certaine durée, en général courte, la cellule subit une véritable dégénérescence ; elle *meurt* et ou bien quitte le corps de l'animal, soit entraînée par les liquides excrétés, soit à la suite d'une simple chute comme pour les vieilles cellules de l'épiderme ; ou bien elle est comburée sur place et disparaît au milieu de tous les produits de décomposition de l'organisme. Pendant ce temps, d'autres cellules sont nées, la remplacent et repassent de nouveau par les mêmes modifications successives.

Dans un très grand nombre de cas, la surface de la cellule arrivée à son développement complet se modifie, passe à l'état de couche homogène transparente et élastique ; la cellule offre alors une *membrane cellulaire*. De plus, entre les cellules, peut se trouver interposée une *substance intercellulaire* unissante, tantôt en couches excessivement minces et décelables seulement par des réactifs ; tantôt abondante, constituant alors une masse amorphe ou fibrilaire dans laquelle les cellules sont comme noyées.

La forme primordiale de la cellule est la sphère ;

mais, le plus souvent, les éléments cellulaires que l'on observe dans les tissus animaux s'écartent beaucoup de cette forme simple : ainsi, serrées les unes contre les autres, en couches ou en masses, les cellules affectent l'aspect de polyèdres à faces nombreuses, de prismes, de cylindres, de plaques polygonales. D'autres fois, elles sont munies de prolongements multiples et prennent le nom de cellules étoilées. (Figures 16 et 20.)

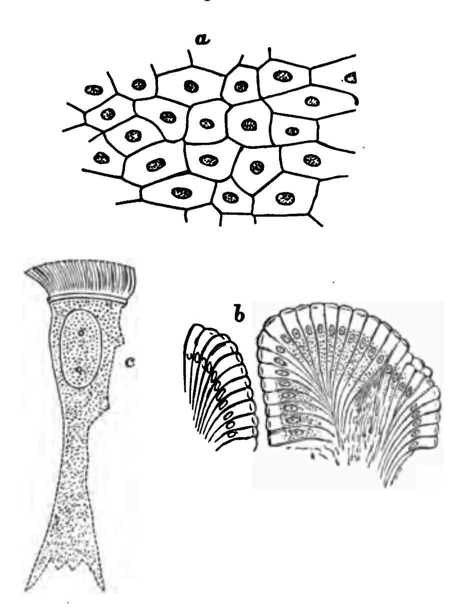
A côté des cellules proprement dites s'observent encore d'autres éléments histologiques nombreux, surtout des fibrilles très allongées, soit élastiques, soit peu extensibles, soit striées en travers, soit lisses. Ces éléments dérivent des cellules d'une façon plus ou moins directe.

Chez les animaux métazoaires et mésozoaires, le corps entier est donc formé d'éléments histologiques associés entre eux pour en constituer la charpente et les parties molles. Ces associations ayant chacune leur rôle déterminé sont les *tissus*.

Plus l'animal est élevé dans la série, plus sa complication organique est grande, plus on y observe de tissus différents. Chez les métazoaires, on distingue, comme tissus principaux que nous énumérerons rapidement : 1° les *épithéliums* (figure 8), tissus de vraies cellules juxtaposées en une ou plusieurs couches et revêtant des surfaces, telles que la surface externe du corps, sous le nom d'épiderme, la surface interne des cavités des organes avec la dénomination plus spéciale d'épithélium et manifestant souvent une grande activité physiolo-

gique, comme dans les glandes, par exemple (figure 32). Certaines cellules épithéliales sont remarquables entre

Figure 8.



EXEMPLES D'ÉPITHÉLIUMS.

a, épiderme de la grenouille. Gr. 300. D'après nature.

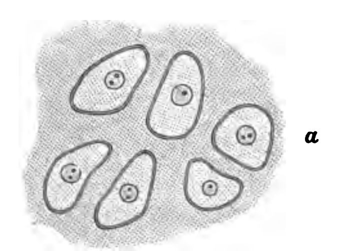
b, épithélium à cellules caliciformes de l'estomac de la grenouille (d'après nature). Gr. 250.

c, cellule à cils vibratiles de l'œsophage de la grenouille (dessin réduit d'après une figure au grossissement de 1000 du traité technique de Ranvier).

toutes : en général prismatiques, elles offrent, sur leur face libre, un grand nombre de petits cils ou filaments très fins, animés de mouvements incessants. Les cils se

courbent, puis se redressent alternativement, tous dans le même sens; de façon à produire l'office de petits balais pour déterminer des courants dans les liquides qui

Figure 9.





a, **tissu cartilagineux : section du cartilage de la tête du fémur de la grenouille. Gr. 450. (D'après nature.)**
b, **tissu osseux : section du frontal de l'homme. Gr. 250. (D'après nature.) (Tissu osseux sec.)**

les baignent. Ces cellules sont les cellules ciliaires ou vibratiles; l'épithélium qu'elles forment est l'*épithélium vibratile*.

2° Les tissus de *substance conjonctive*, provenant d'une manière générale du mésoderme ou feuillet moyen, très variables dans leur texture, mais ayant pour rôle commun de servir de soutien aux autres tissus et de former, par conséquent, l'ensemble de la charpente du corps. Nous pouvons y ranger le tissu cartilagineux, le tissu osseux (figure 9), enfin, le tissu conjonctif proprement dit, constitué par un réseau de fibrilles et de fibres élastiques accompagné de cellules; il est représenté par la plupart des membranes, par le derme de la peau, par les tendons, par les ligaments, etc.

3° Le *tissu musculaire*, formant les muscles des animaux et les couches musculaires qui donnent leur contractilité aux parois des organes internes (fig. 11).

4° Le *tissu nerveux*, constituant les nerfs et les masses nerveuses centrales, cerveau, moelle épinière, ganglions (fig. 16).

5° Ajoutons, en dernier lieu, les *liquides* qui charrient des éléments histologiques à forme déterminée, la *lymphe*, le *sang*, que l'on peut, jusqu'à un certain point, considérer comme des tissus (fig. 29).

CHAPITRE III.

SYSTÈMES, ORGANES, APPAREILS & FONCTIONS.

Nous consacrons ce chapitre à quelques définitions indispensables à l'intelligence des chapitres suivants.

L'ensemble des tissus de même nature, chez un animal donné, constitue un *système*. Ainsi on dit : *système osseux* pour la réunion de toutes les formes du tissu osseux du corps entier, *système nerveux* pour l'ensemble de toutes les manifestations du tissu nerveux ; etc.

Les tissus de natures différentes en s'associant dans un but commun, forment les *organes*. Comme exemple d'organe, nous citerons le membre supérieur (vulgairement le bras), un des organes de la locomotion. On y trouve réunis : un *épithélium*, l'épiderme, du *tissu conjonctif* à l'état de derme, de tendons, de ligaments, du *tissu musculaire* formant les parties charnues principales, du *tissu osseux* représenté par les os du membre, du *tissu nerveux*, les nerfs; enfin, dans les vaisseaux, de la lymphe et du sang[1].

---

1. Cette définition étroite de l'organe n'est nécessairement applicable qu'aux animaux possédant des tissus différenciés, les *Métazoaires*. Si partant d'un



Le mode d'activité de l'organe est *l'usage*.

Une série d'organes agissant en commun dans un but déterminé, forme ce qu'on appelle un *appareil*. Ainsi, par exemple, l'appareil digestif se compose, chez les animaux vertébrés, des principaux organes suivants : les dents, la langue, l'œsophage, l'estomac, les intestins, les glandes digestives ; glandes salivaires, foie, pancréas.

Le mode d'activité de l'appareil se nomme *fonction*.

L'usage d'un organe peut être multiple ; ainsi, la langue de l'homme a trois usages principaux : 1° la perception des saveurs, 2° la réunion des aliments mâchés en une petite masse, le bol alimentaire, qu'elle pousse vers l'arrière bouche, enfin 3° l'articulation de la voix. Quant à la fonction d'un appareil, chez les animaux supérieurs, elle est toujours unique.

Donc, en résumé le corps des animaux est composé d'appareils, les appareils sont formés d'organes. Chez les *Métazoaires*, les organes sont constitués par une réunion de tissus et les tissus sont composés d'éléments anatomiques, les cellules ou leurs dérivés.

---

point de vue plus général, on considère comme organe toute partie chargée d'accomplir un ou plusieurs actes déterminés nécessaires à l'accomplissement des fonctions, on peut donner ce nom à certaines portions du corps des animaux où la différenciation des tissus n'existe pas, telles sont, par exemple des appendices extérieurs, des couronnes de cils, des vésicules contractiles, des noyaux à signification spéciale, etc., que nous offrent les infusoires (voyez chap. XII, § 3).



On donne les noms de *fonctions de la vie animale* ou *fonctions de relation* à la sensibilité et à la locomotion, 1° parce que ces fonctions ne s'observent avec tout leur développement que chez les animaux; 2° parce qu'elles mettent l'être en relation avec le monde extérieur.

Toutes les autres fonctions, pour ainsi dire aussi développées chez les plantes que chez les animaux, se rangent sous la dénomination de *fonctions de la vie végétative.*

Ceci posé, les fonctions et les appareils qui les desservent peuvent être groupés comme suit :

Fonctions de la vie animale ou de relation.	Locomotion (mouvements en général).	— *Appareil locomoteur.*	
	Sensations (sensibilité).	— *Appareil des sensations*	Système nerveux. Organes des sens.

Fonctions de la vie végétative.	Fonctions de nutrition.	Digestion.	— *Appareil digestif.*
		Circulation.	— *Appareil circulatoire.*
		Respiration.	— *Appareil respiratoire.*
		Sécrétions.	— *Organes sécrétoires.*
	Fonction de Reproduction.		— *Appareil reproducteur.*

CHAPITRE IV.

SUBDIVISION DU RÈGNE ANIMAL.

Nous avons dit, dans le chapitre II (pages 31 et 34) que chez une nombreuse série d'animaux, les *Métazoaires,* il existe des tissus différenciés et que, de plus, ces tissus et les organes qu'ils forment dérivent de trois feuillets cellulaires primitifs.

Nous avons dit aussi qu'on nommait *Protozoaires* les animaux à organisation très simple chez lesquels ces différenciations n'existent pas; qui n'ont pas de tissus dans le sens propre du mot et qui, chacun individuellement, ne constituent qu'une cellule ou un cytode.

En 1876, M. Ed. Van Beneden, dans un travail des plus intéressants sur les Dicyémides[1], a proposé d'intercaler entre les deux groupes précédents, un troisième groupe intermédiaire caractérisé par l'existence de deux feuillets cellulaires seulement ; il donne aux animaux qui le représentent le nom de *Mésozoaires* (μέσος intermédiaire, ζῶον animal).

1. ***Recherches sur les Dicyémides, survivants actuels d'un embranchement des Mesozoaires.*** **(Bulletin de l'Académie royale de Belgique, tt. XLI et XLII. 1876. p.p. 1160 et 35.)**



Ces trois grandes divisions sont des *embranchements*. Nous partageons donc l'ensemble des animaux en trois embranchements. Chacun d'eux est subdivisé, pour les besoins de l'étude et le classement des faits, en un certain nombre de *sous-embranchements*, en prenant, autant que possible, pour guides des caractères d'une haute valeur tirés de l'évolution embryonnaire de la structure anatomique et du développement de certaines fonctions.

Nous donnons ci-dessous, sous forme de tableau, la série des sous-embranchements. Leur subdivision en classes et, en ordres, sera exposée à la fin de chacun des chapitres consacrés à l'un de ces groupes.

EMBRANCHEMENTS.		SOUS-EMBRANCHEMENTS.
Métazoaires	A symétrie bilatérale.	Vertébrés.
		Mollusques.
		Arthropodes.
		Vers.
		Echinodermes.
	A symétrie radiée . . .	Polypes.
Mésozoaires.		Dicyémides.
Protozoaires	Nucléés.	Cilifères.
		Flagellifères.
		Apodes.
		Rhizopodaires.
	Cytodiques [1]. . . .	Monères.

1. Emprunté au travail de M. Van Beneden sur les Dicyémides; avec quelques changements destinés à éviter, dans un ouvrage élémentaire, l'exposition de vues ingénieuses et intéressantes, mais qui risqueraient de rester incomprises.

CHAPITRE V.

PREMIER EMBRANCHEMENT.

MÉTAZOAIRES.

Animaux pluricellulaires ; possédant des tissus différenciés au point de vue morphologique et au point de vue physiologique, dérivant de *trois* feuillets blastodermiques ; un ectoderme, un *mésoderme* et un endoderme.

La première forme embryonnaire résulte de la multiplication de la cellule œuf et de la séparation des substances de l'œuf en deux couches, l'ectoderme et l'endoderme ; le mésoderme se produisant ultérieurement aux dépens de l'un ou de l'autre de ces deux feuillets primordiaux[1].

1. Emprunté, par fragments, à Ed. Van Beneden. *Recherches sur les Dicyémides,* etc. Op. cit. pp. 89 à 91 des tirés à part.



MÉTAZOAIRES A SYMÉTRIE BILATÉRALE.

PREMIER SOUS-EMBRANCHEMENT.

VERTÉBRÉS. (Gewervelde Dieren.)

Les vertébrés dont nous résumerons les caractères généraux à la fin de ce chapitre, se subdivisent en Mammifères, Oiseaux, Reptiles, Amphibies et Poissons.

Afin de faire comprendre rapidement l'organisation des animaux de ce groupe, nous avons choisi un type facile à se procurer, un amphibie ou batracien, la *Grenouille*[1]. La grenouille est, du reste, un être très intéressant à étudier et un animal précieux pour les physiologistes ; ses tissus perdant beaucoup plus lentement que ceux des animaux à sang chaud leurs propriétés caractéristiques, permettent une foule d'expériences instructives.

§ 1.

INDICATIONS PRATIQUES POUR LA DISSECTION.

Comme, même dans l'intérêt de la science, il faut autant que possible, éviter de faire souffrir inutilement

---

2. Deux formes de grenouilles communes s'observent dans notre pays, la grenouille rousse (*Rana temporaria*. De bruine kikvorsch) et la grenouille verte (*Rana viridis* ou *esculenta*. De groene of waterkikvorsch). L'une et l'autre sont bonnes pour les observations dont il est question ici, pourvu qu'on choisisse des individus robustes.

les animaux, on tue les grenouilles, soit en les mettant dans un bocal fermé renfermant une éponge imbibée de chloroforme ou d'éther ; soit, ce qui vaut mieux en les plongeant dans de l'eau à la température de 37 à 40 degrés centigrades où elles meurent rapidement asphyxiées. Une plaque de liège ou une planchette de bois tendre serviront ensuite à fixer les animaux dans les diverses positions nécessaires, à l'aide d'épingles enfoncées dans les quatre membres.

§ 2.

APPAREIL LOCOMOTEUR.

La grenouille étant étendue sur le dos, saisissons avec une pince une portion de la peau du ventre, piquons l'une des pointes d'une paire de ciseaux dans le pli ainsi formé et fendons la peau avec précaution pour ne pas entamer les tissus sous-jacents, en continuant la fente de l'angle, entre les cuisses jusqu'au menton. Faisons une incision semblable, en croix avec la première, d'une aisselle à l'autre. Rabattons à droite et à gauche les quatre lambeaux, et achevons d'écorcher tout l'animal, ce qui s'exécute très facilement, la peau adhérant très peu.

Sous la peau, nous trouvons le tronc et les membres revêtus partout de lames ou de masses plus ou moins volumineuses, d'un rose jaunâtre pâle, ce sont les *muscles*, ou organes actifs du mouvement (fig. 10). Si choisissant un membre, un membre postérieur, par exemple,

Figure 10.



MUSCLES DE LA GRENOUILLE. (Face ventrale, d'après nature.)

a a' gastrocnémien ou muscle du mollet. *a* étant contracté est plus renflé que *a'*.

nous détachons la totalité des muscles, nous constatons que ce membre, comme, du reste, tout le corps, a une charpente solide. L'ensemble de cette charpente constitue le *squelette* ou la partie passive de l'appareil de la locomotion (fig. 12).

§ 3.

MUSCLES.

Les muscles que le vulgaire appelle *viande*[1], sont, avons-nous dit, les parties actives de l'appareil locomoteur. Ce sont eux qui déplacent, écartent ou rapprochent, en un mot, font mouvoir, les unes par rapport aux autres, les différentes pièces articulées d'une façon mobile qui entrent dans la composition du squelette.

Très pâles chez les vertébrés à température variable comme les reptiles, les batraciens (grenouilles) et les poissons, les muscles sont d'un rouge plus ou moins foncé chez les vertébrés à température constante (vulg. à sang chaud), les mammifères et les oiseaux.

Il existe deux catégories de muscles. Ceux de la première pourraient être appelés *muscles du squelette* ; en effet, ou bien ils sont insérés exclusivement sur la charpente squelettique dont ils meuvent les leviers, ou bien, s'insérant d'une part sur le squelette, ils se terminent d'autre part, soit sur la peau qu'ils plissent ou

1. Ce mot était indispensable. Il est destiné à supprimer toute équivoque. Bien des personnes qui possèdent une certaine instruction générale confondent déplorablement les termes de muscles, tendons, nerfs, etc.

qu'ils tendent, soit sur quelques organes spéciaux mobiles, comme le globe de l'œil, l'oreille externe de beaucoup de mammifères (lapin), etc. Ces muscles obéissent en général directement à la volonté.

Ceux de la seconde catégorie, étendus sous forme de couches musculaires plus ou moins minces, font partie des parois des organes creux concourant aux fonctions de nutrition et de reproduction, parois de l'estomac, des intestins, des vaisseaux, etc., auxquelles ils donnent la propriété de se contracter (fig. 26). Ils sont soustraits à l'influence de la volonté; les mouvements qu'ils déterminent ont lieu le plus souvent sans que l'individu en ait conscience.

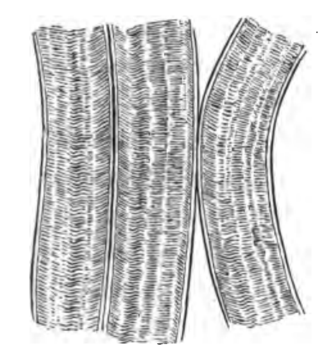
On peut donc, dans de certaines limites, diviser les muscles en *volontaires* et *involontaires*, divisions qui répondent à peu près à celles de *muscles du squelette* et *couches musculaires des viscères*.

Arrêtons-nous aux muscles du squelette et examinons, comme exercice, le volumineux muscle du mollet de la grenouille (fig. 10 *a*) ; nous y constatons, ce qu'on observe ordinairement dans tout muscle : 1° une portion moyenne charnue ou musculaire proprement dite, et 2° deux extrémités d'insertion ou *tendons* sous la forme de cordons fibreux incolores, très résistants, s'insérant sur le squelette.

Détachons un tout petit fragment de la portion charnue du muscle ; dilacérons-le à sec sur une plaque de verre, à l'aide d'aiguilles, recouvrons d'une lamelle de verre mince, mais sans addition d'eau ni d'un autre

liquide[1] et examinons au microscope avec un grossissement d'environ 300. Nous nous assurons immédiatement que le muscle est composé de fibres (les *faisceaux primitifs*) disposées parallèlement dans le sens de la longueur du muscle étudié, et une observation plus attentive nous montre, en outre, que ces fibres sont finement striées en travers; offrant une succession de petites bandes transversales alternativement claires et foncées (fig. 11).

Figure 11.



FAISCEAUX PRIMITIFS OU FIBRES D'UN MUSCLE DE GRENOUILLE. (Gr. 300.) D'après nature.

Tandis que ce caractère important de l'existence d'un strié transversal s'observe, par exemple, dans les muscles du squelette des vertébrés et dans tous les muscles indistinctement des articulés, on en remarque l'absence dans les couches musculaires des viscères des vertébrés et dans les muscles locomoteurs de beaucoup d'animaux inférieurs. De là un autre groupement des muscles en *muscles à fibres striées* et *muscles à fibres lisses*.

1. Ce procédé de l'examen à sec, le plus simple pour un commençant, montre le strié transversal avec une netteté très suffisante.

Quelle que soit sa texture histologique, le tissu musculaire *vivant* possède une propriété dominante caractéristique qui a reçu le nom de *contractilité* ou *irritabilité* musculaire. C'est la propriété remarquable que présentent les fibres musculaires de se contracter, de se raccourcir, à la suite d'une excitation soit physiologique, soit artificielle. Par excitation physiologique ou normale, on entend ici l'action nerveuse, c'est-à-dire l'excitation spéciale que transmettent les nerfs aux muscles dans lesquels ils se terminent[1]. Les excitations artificielles sont des piqûres, la percussion, la chaleur, l'application d'un courant électrique, l'action d'une goutte d'acide, d'ammoniaque, etc. Il est à peine nécessaire de dire que, chez l'animal usant de ses propres ressources, le tissu musculaire n'est soumis qu'à l'action nerveuse et que tous les autres genres d'excitation sont ou accidentels ou employés par les physiologistes dans des expériences de laboratoire.

La contractilité musculaire étant connue, l'action des muscles, comme organes actifs du mouvement, peut s'expliquer facilement. Dans le cas du muscle du mollet, que nous avons choisi comme exemple, l'un des tendons s'insère, tout près de l'articulation du genou, à la fois sur l'os de la cuisse et sur celui de la jambe; l'autre, après avoir contourné le talon, se perd dans une plaque fibreuse qui occupe la plante du pied. Le muscle reçoit

---

1. Voyez §§ 7 et 8 de ce chapitre.

des vaisseaux qui y apportent le sang nécessaire à sa nutrition; il reçoit aussi un nerf qui s'y subdivise et dont les ramifications se terminent sur les fibres musculaires.

Supposons maintenant qu'une excitation nerveuse émanant des centres nerveux de l'animal soit transmise par le nerf; ou, nous substituant à la grenouille, excitons nous-même le nerf en y appliquant, par exemple, l'électricité; les fibres musculaires entrant presque immédiatement en contraction, se raccourciront, effectueront une traction longitudinale. Le muscle formé de l'association de ces fibres se raccourcira donc en entier et sa traction sur ses tendons étant la somme de tous ces petits efforts simultanés, sera considérable. Par conséquent, si le membre est libre, le point d'insertion supérieur du muscle pouvant être regardé comme fixe, tandis que le point d'insertion inférieur est mobile, le pied basculera vivement autour de l'articulation que nous appelons généralement la cheville, et prendra une position telle que la plante sera complètement tournée en arrière (fig. 10, *a'* et *a*).

Le muscle du mollet est donc l'extenseur du pied, et il est évident qu'il est en action chaque fois que le batracien saute ou nage.

D'autres phénomènes, dont la plupart ne sont que la conséquence du précédent, l'accompagnent toujours : pendant la contraction, c'est-à-dire l'état actif, la consistance du muscle s'accroît, son état électrique et ses propriétés chimiques sont modifiés, le muscle développe

de la chaleur et, fait plus directement palpable, il change notablement de forme. En effet, tandis qu'il diminue de longueur, sa quantité totale de matière ne variant pas, il augmente nécessairement de diamètre ou d'épaisseur. Si c'est un muscle long, comme dans notre exemple, il se renfle dans sa partie médiane (fig. 10, *a*). Rien n'est si facile que de s'en assurer sur soi-même, en mettant à profit la position du *muscle biceps* ou fléchisseur de l'avant-bras sur le bras[1]. On applique la main droite sur la région moyenne antérieure du bras gauche, l'avant-bras étant étendu. Fléchissant ensuite l'avant-bras, on sent nettement le muscle fléchisseur se gonfler.

Les peintres et les sculpteurs ont soin de tenir compte de ce fait important lorsqu'ils représentent l'homme ou un animal dans une attitude mouvementée; ils accusent les saillies déterminées par les muscles en action et effacent celles des muscles inactifs.

Chez les vertébrés, les muscles du squelette forment toujours des masses nettement distinctes, séparées les unes des autres par des lames de tissu conjonctif appelées *aponévroses, lames tendineuses, inscriptions tendineuses,* etc. Ceux du tronc affectent, chez l'embryon, une disposition très régulière : les deux côtés du corps offrent, de la tête à l'extrémité postérieure, une série de petites masses musculaires, les *myotomes* (μυὼν, muscle, τέμνω, diviser), en même nombre que les

1. Ici l'un des tendons s'insère à l'épaule, l'autre sur l'avant-bras.

vertèbres. Cette disposition se conserve chez les vertébrés adultes qui s'éloignent le moins de l'état embryonnaire : les vertébrés inférieurs. Ainsi, chez les poissons, l'ensemble des muscles du tronc est constitué, de chaque côté, par une grande couche musculaire recouvrant le squelette et subdivisée en autant de myotomes successifs qu'il y a de vertèbres, par des bandelettes connectives à direction générale verticale. Les fibres musculaires étant, dans chaque myotome, parallèles à l'axe du corps. Chez les vertébrés plus élevés, des modifications profondes dans le squelette amènent des changements qui masquent la division en myotomes. Celle-ci peut cependant être encore retrouvée dans bien des cas. La grenouille nous en offre un exemple très intéressant dans les longs muscles plats de l'abdomen qui sont nettement divisés par des inscriptions tendineuses en cinq parties ou myotomes (fig. 10).

Quant aux muscles des membres, ceux-ci forment des groupes spéciaux, dans la description même abrégée desquels les limites de cet ouvrage élémentaire ne nous permettent pas d'entrer.

§ 4.

SQUELETTE.

La préparation du squelette de la grenouille est très simple; on détache directement, en coupant leurs tendons, le plus de muscles possible, puis on fait macérer dans l'eau froide pendant une dizaine de jours, en changeant le liquide de temps à autre. Ce qui reste en fait de

parties charnues s'enlève alors avec la plus grande facilité. Un moyen plus expéditif consiste à placer le squelette, grossièrement décharné, pendant un quart d'heure dans l'eau bouillante; mais les résultats sont moins bons et les os se détachent les uns des autres dès qu'on les manie.

Le *squelette* est constitué par toutes les pièces résistantes qui servent de soutien aux parties molles et charnues du corps. Le squelette est interne, *endosquelette*, ou externe, *exosquelette*.

ENDOSQUELETTE. Tous les vertébrés ont un squelette interne, représentant la charpente solide du corps. Les pièces principales dont il se compose sont les *os*, les *cartilages* et les *ligaments*.

Chez les vertébrés, la plupart des pièces dures du squelette sont d'abord représentées, chez l'embryon, par du *cartilage*, c'est-à-dire par un tissu flexible, élastique, tel que celui que nous observons comme charpente du pavillon de l'oreille et de la partie extérieure du nez, sous l'aspect d'une couche nacrée sur les têtes arrondies des grands os des pièces de viande de boucherie, etc. Il est constitué par des cellules noyées dans une substance fondamentale compacte, homogène, qui, par l'ébullition prolongée dans l'eau, fournit la *chondrine*[1] (fig. 9, *a*). Chez les vertébrés inférieurs, chez beaucoup de poissons, la raie, l'esturgeon, par exemple, cet état persiste

1. Substance voisine de la gélatine.

pendant toute la vie, et l'animal, même adulte, a un squelette cartilagineux.

Chez les autres, un nouveau tissu se substitue bientôt à une grande partie ou à la presque totalité du cartilage, c'est le *tissu osseux*. Le tissu osseux est aussi constitué par des cellules plongées dans une substance fondamentale abondante; mais ici les cellules sont situées dans des lacunes à prolongements, presque étoilées, et la substance fondamentale est très dure, par suite de la présence de sels minéraux, dont les principaux sont le phosphate et le carbonate de calcium (fig. 9, *b*).

Ainsi modifiées, les pièces principales du squelette prennent le nom d'*os*. Les os, qui sont percés de nombreuses ouvertures et parcourus par un grand nombre de canaux logeant des vaisseaux nourriciers, sont, de plus, à l'état frais, recouverts d'une membrane fibreuse, le *périoste*, ayant la propriété de produire du tissu osseux par sa face profonde et contribuant ainsi à l'accroissement des pièces osseuses dans les différents sens.

En brisant ou sciant en travers un des os de la cuisse de la grenouille, nous constatons qu'un certain nombre d'os longs des vertébrés, ceux des membres, par exemple, sont creux. Leur cavité, appelée *canal médullaire*, est tantôt vide, ne contenant que de l'air, comme chez les oiseaux, tantôt remplie par une substance graisseuse, la *moelle*.

La plupart des os offrent, en différents points, des éminences ou saillies servant soit à l'articulation des os

entre eux, soit à l'insertion de muscles ou de ligaments; ces saillies sont les *apophyses* (*ἀπό*, de, *φύσις*, naissance).

L'endosquelette des vertébrés comprend deux portions principales, l'une *axiale*, représentée par les charpentes de la tête et du tronc, l'autre *appendiculaire*, constituée par le squelette des membres.

PORTION AXIALE. Excepté chez le moins développé des vertébrés, un poisson inférieur, l'*amphioxus*, on distingue dans la portion axiale de l'endosquelette la *tête*, la *colonne vertébrale*, et le plus souvent des *côtes* et un *sternum* (fig. 12).

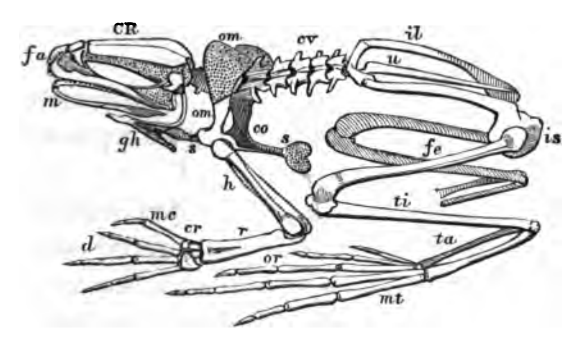
Le squelette de la tête se divise, pour les anatomistes, en *crâne* et en *face*. Cette distinction n'est point arbitraire, ces deux portions se formant chez l'embryon aux dépens de parties différentes et par des procédés différents.

Le crâne de la grenouille, qui n'est qu'en partie ossifié, est une boîte tubulaire renfermant, ainsi que chez les autres vertébrés, comme uniques parties molles, le cerveau et ses enveloppes. A son extrémité postérieure, il présente un orifice assez large, le *trou occipital*, par lequel passe la portion des centres nerveux appelée moelle épinière. Ce trou est limité à droite et à gauche par deux pièces osseuses, les *occipitaux latéraux*, articulés avec la première pièce de la colonne vertébrale par l'intermédiaire de saillies arrondies revêtues d'une mince couche de cartilages *(condyles occipitaux)*.

La *face*, que nous ne pouvons définir ici que d'une

façon élémentaire, est beaucoup plus compliquée que le crâne. Elle est constituée par l'ensemble des pièces nombreuses qui soutiennent et protègent les organes

Figure 12.



SQUELETTE DE LA GRENOUILLE; PROFIL, d'après nature.
(Grandeur naturelle.)
(Quelques-unes des pièces restées cartilagineuses ont été pointillées.)

CR, crâne.	*s s*, sternum.	*d*, doigts.
fa, face.	*il*, ilium.	*fe*, fémur.
m, mandibule.	*is*, ischion.	*ti*, tibia et pérone soudés.
gh, groupe hyoïdien.	*h*, humérus.	*ta*, tarse.
cv, colonne vertébrale.	*r*, radius et cubitus soudés.	*mt*, métatarsiens.
u, urostyle.	*cr*, carpe.	*or*, orteils.
om, omoplate.	*mc*, métacarpiens.	
co, coracoïdien.		

des sens, de la vue, de l'odorat et du goût. Parmi ces pièces, nous citerons celles qui constituent les mâchoires.

La mâchoire supérieure qui seule porte des dents chez la grenouille, est formée de quatre os, les deux *maxillaires*, placés à droite et à gauche, et les deux

intermaxillaires (prémaxillaires, os incisifs) enchâssés entre les précédents. Tandis que la mâchoire supérieure est solidement reliée au reste de la tête, la mâchoire inférieure ou *mandibule* est douée, au contraire, d'une grande mobilité; elle reste en partie cartilagineuse et est articulée avec le crâne, dans la région temporale, non d'une manière directe, comme chez les mammifères, mais par l'intermédiaire de pièces suspensives très analogues à celles qui s'observent chez les reptiles et les oiseaux.

A la partie inférieure de la tête, dans l'espace limité par les deux branches de la mâchoire inférieure, on trouve suspendu, chez les vertébrés, un arc solide composé, en général, d'une pièce médiane servant de support à la base de la langue, et de deux longues tiges grêles décomposables chacune en trois osselets styliformes, articulés bout à bout. Le dernier de ces osselets s'unit d'une manière variable avec la région postérieure et latérale du crâne (fig. 12, *gh*).

Cet ensemble constitue ce que j'appellerai le *groupe hyoïdien*, ce que l'on nomme vulgairement l'*os hyoïde* chez l'homme et les mammifères. Il se trouve représenté chez la grenouille par une petite plàque cartilagineuse en forme de bouclier, reliée aux régions temporales du crâne par deux tiges cartilagineuses très délicates et offre, de plus, en arrière, deux petites cornes osseuses divergentes.

Le *groupe hyoïdien* a, comme caractère général, de soutenir toujours l'appareil respiratoire, en partie ou en

totalité. Lorsque la grenouille est encore à l'état larvaire, à l'état de têtard, son appareil respiratoire, constitué par des branchies[1], est supporté par quatre paires d'arcs cartilagineux dépendants de la partie postérieure du bouclier hyoïdien. Les arcs qui portent les branchies des poissons sont également reliés à la partie postérieure de l'hyoïde. Chez les vertébrés à respiration aérienne ou pulmonaire, comme l'homme, par exemple, l'orifice du canal par lequel l'air arrive aux poumons est soutenu par l'os hyoïde, qui lui sert ainsi plus ou moins de cadre ou de charpente.

COLONNE VERTÉBRALE. (Épine dorsale, Rachis, etc.) Elle continue l'axe dont la partie antérieure est représentée par la tête, et se compose d'une série d'os courts appelés *vertèbres*.

Une vertèbre-type comprend : 1° une pièce centrale, généralement en forme de cylindre, le *corps* ou *centre* de la vertèbre; celle-ci sert de support à 2° deux arcs osseux, l'un dorsal, constant, entourant et protégeant la moelle épinière, c'est l'*arc neural* (νεῦρον, nerf), l'autre ventral, moins constant, n'existant que dans certaines régions de la colonne (ainsi : à la face inférieure de la queue de beaucoup d'animaux) et entourant des vaisseaux sanguins; c'est l'*arc hémal* (αἷμα, sang). (Figure 13.)

L'arc hémal manque chez la grenouille, mais il est

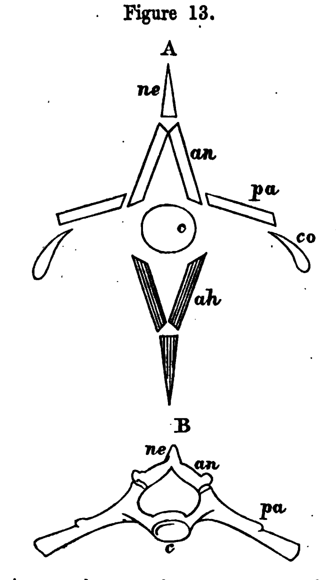
---

1. Voir ce mot plus loin (appareil respiratoire), §§ 22 et 31.

très facile de l'observer chez de nombreux poissons communs, la plie, par exemple.

Les vertèbres étant placées à la file les unes des

Figure 13.



A. VERTÈBRE THÉORIQUE SIMPLIFIÉE.
B. VERTÈBRE DE GRENOUILLE, d'après nature. (Gr. 4.)

c, corps de vertèbre. *ne*, neurépine.
an, arc neural. *pa*, parapophyse.
ah, arc hémal. *co*, côte.

autres, l'ensemble des arcs neuraux forme un canal logeant la moelle épinière, le *canal rachidien*.

Les vertèbres articulées entre elles et, de plus, articulées avec les côtes chez la plupart des vertébrés, servant, en outre, à l'insertion d'une série de muscles,

sont garnies d'apophyses multiples, parmi lesquelles nous indiquerons celle qui surmonte l'arc neural, la *neurépine,* et deux autres dirigées transversalement, munies ordinairement de surfaces articulaires pour les côtes, les *parapophyses* (παρὰ, auprès).

Telle est la composition de la colonne vertébrale du vertébré supérieur adulte; mais, chez l'embryon, il existe, sous les centres nerveux en voie de développement, un cordon cylindrique de cellules appelé *corde dorsale,* autour duquel se formeront les éléments qui constitueront les vertèbres (fig. 14, A). La corde dorsale des animaux les plus élevés de la série finit par disparaître sans laisser de traces; mais celle des autres vertébrés se conserve plus ou moins intacte. Chez la grenouille, une petite portion située dans le corps vertébral persiste pendant toute la vie (fig. 14, B).

On divise, en général, la colonne vertébrale des vertébrés supérieurs en un certain nombre de régions caractérisées par la forme des vertèbres qui les composent, par la présence ou l'absence de côtes, par l'articulation de quelques vertèbres avec la ceinture pelvienne, etc. La grenouille n'a pas de côtes[1], et l'on ne peut constater dans sa colonne vertébrale, composée en tout de onze vertèbres, que trois régions, une *région présacrée* de huit vertèbres, une *région sacrée* d'une vertèbre, une *région coccygienne* ou caudale, en forme

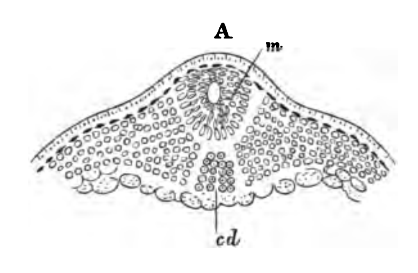
---

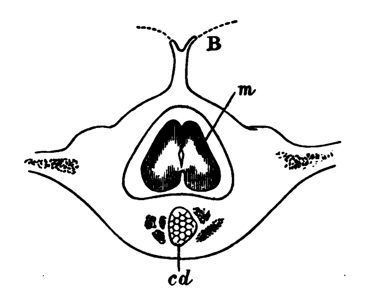
1. Le sternum sera décrit avec la ceinture scapulaire, page 64.

de long stylet, offrant à son origine des traces de deux vertèbres distinctes.

Les parapophyses de la vertèbre sacrée sont fortes

Figure 14.





A. COUPE TRANSVERSALE D'UN EMBRYON DE BATRACIEN, d'après Van Bambeke.

B. COUPE TRANSVERSALE D'UNE VERTÈBRE DE GRENOUILLE ADULTE, d'après nature.

cd, corde dorsale.
m, moelle épinière.

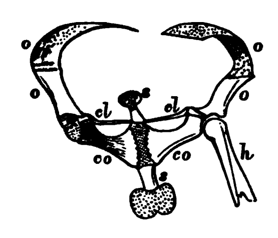
et articulées par leurs extrémités avec les os du bassin.

Le stylet mobile qui représente la région coccygienne porte le nom spécial d'*urostyle* (οὐρὰ, queue, στύλος

style), il provient de l'ossification de la portion terminale de la gaîne de la corde dorsale (fig. 12, *u*). Un urostyle s'observe également chez les poissons à squelette osseux, mais il se confond bientôt avec les éléments qui servent de base à la nageoire caudale.

PORTION APPENDICULAIRE. MEMBRES. Les membres, presque toujours au nombre de quatre chez les vertébrés, se distinguent en membres antérieurs et postérieurs (supérieurs et inférieurs chez l'homme). Chacune de ces paires, entre lesquelles on observe, du reste, un parallélisme de structure très marqué, est reliée à la portion axiale du squelette, c'est-à-dire au tronc, par une ceinture cartilagineuse ou formée de pièces osseuses : la *ceinture scapulaire* ou *épaule*, pour les membres antérieurs, la *ceinture pelvienne* ou *bassin*, pour les membres postérieurs.

Figure 15.



CEINTURE SCAPULAIRE DE LA GRENOUILLE, d'après nature. (Voir fig. 12.)

ss, sternum. *cl*, clavicule.
oo, omoplate. *h*, humérus droit.
co, coracoïdien.

La ceinture scapulaire de la grenouille (fig. 15) comprend, de chaque côté, 1° une *omoplate* restée en grande partie cartilagineuse, recouvrant les parapophyses de quelques vertèbres antérieures dont elle est séparée par des muscles, et, 2°, un *coracoïdien*, reliant l'omoplate au sternum. Le cora-

coïdien concourt, avec l'omoplate, à la formation de la cavité articulaire qui reçoit la tête de l'os du bras.

La plupart des mammifères semblent ne pas posséder de coracoïdien. Cette pièce osseuse, rudimentaire chez les animaux en question, s'est soudée à l'omoplate dont elle paraît alors constituer une dépendance sous le nom d'*apophyse coracoïde*[1].

En règle générale, comme chez notre grenouille, les deux omoplates composent donc la moitié supérieure de la ceinture, les deux coracoïdiens la moitié inférieure.

Parallèlement au coracoïdien de la grenouille et en avant de lui, une bandelette cartilagineuse, s'étendant aussi de l'omoplate au sternum, renferme dans son bord antérieur un petit osselet allongé, la *clavicule*. La clavicule manque chez un très grand nombre d'animaux (cheval, bœuf, par exemple). Bien qu'elle prenne souvent un grand développement (chauves-souris, oiseaux, etc.), elle n'est qu'une pièce surajoutée. L'omoplate et le coracoïdien sont les deux parties essentielles d'une ceinture scapulaire.

Le *sternum* complète le squelette du tronc à la face inférieure. Articulé avec l'extrémité inférieure des côtes chez de nombreux vertébrés, il constitue, de plus, un point d'appui pour la ceinture scapulaire toutes les fois qu'il existe des coracoïdiens développés et dans presque tous les cas où il existe des clavicules. Nous aurions dû en parler à propos de la portion axiale du squelette;

---

1. Κόραξ, corbeau, courbé en bec de corbeau.

mais l'absence de côtes chez la grenouille nous a, pour ainsi dire, obligés de déplacer la description du sternum de quelques pages.

Le sternum peut n'être qu'une simple bande cartilagineuse; lorsqu'il s'ossifie, il se compose ordinairement d'un certain nombre de pièces sternales distinctes, placées bout à bout. Chez la grenouille, la bande sternale ne s'est ossifiée qu'en deux points; l'extrémité antérieure, la portion médiane et l'extrémité postérieure, qui affecte ici l'aspect d'une grande plaque échancrée en arrière, sont restées cartilagineuses (fig. 15, *ss*).

La *ceinture pelvienne,* à laquelle on donne souvent aussi le nom de *bassin,* a des connexions plus solides avec la colonne vertébrale que la ceinture scapulaire; elle est constituée, de chaque côté, par trois pièces concourant toutes trois à la formation de la cavité articulaire qui reçoit la tête de l'os de la cuisse. Ce sont l'*ilium* (*ilia,* flancs) uni à la portion sacrée de la colonne vertébrale; affectant, chez la grenouille, la forme d'une longue tige courbe; l'*ischion* (ἴσχίον, hanche), dirigé en bas et en arrière; enfin, le *pubis,* plus antérieur et restant cartilagineux dans le bassin de notre batracien (fig. 12, *il, is*).

Les *membres* antérieurs et postérieurs comprennent chacun trois segments principaux : le bras, l'avant-bras et la main; la cuisse, la jambe, le pied. Les parties squelettiques des segments de même ordre se ressemblent beaucoup.

Le *bras* n'est soutenu que par un seul os terminé

supérieurement par une tête à surface arrondie roulant dans la cavité articulaire de l'épaule formée, comme nous l'avons vu, aux dépens de l'omoplate et du coracoïdien : c'est l'*humérus* (ὦμος, épaule).

L'*avant-bras* a réglementairement pour squelette deux os longs. L'un des deux, constant, s'articulant largement avec la main, est le *radius* (*radius,* rayon de roue); l'autre, souvent avorté, réduit alors à son extrémité supérieure qui forme la partie saillante du coude, est le *cubitus* (*cubitus,* coude). Dans l'avant-bras de la grenouille, le radius et le cubitus sont soudés l'un à l'autre dans toute leur longueur; la trace de cette soudure est aisément reconnaissable.

La *main* complète comprend trois parties successives : le *carpe* (καρπός, poignet), formé de deux rangées principales d'os courts polyédriques, peu mobiles les uns par rapport aux autres; le *métacarpe,* représenté par cinq os longs, les *doigts,* au nombre de cinq et partagés par des articulations en trois segments ou *phalanges,* excepté pour le premier doigt du côté radial, ou pouce, qui n'en a que deux. Chez la grenouille, la main n'a, à proprement parler, que quatre doigts, le pouce est rudimentaire.

La *cuisse,* comme le bras, n'a pour charpente qu'un seul os, le *fémur* (*femur,* cuisse), terminé également à son extrémité supérieure par une tête engagée dans la cavité articulaire que présente à cet effet la ceinture pelvienne.

La *jambe* a, comme squelette, deux os, l'un constant,

le *tibia* (*tibia,* jambe) ; l'autre souvent incomplet, le *péroné* (περόνη, agrafe). Le tibia et le péroné de la grenouille sont soudés comme le radius et le cubitus.

L'articulation du coude peut être protégée, chez quelques vertébrés, par un petit osselet engagé dans les tendons des muscles extenseurs ; l'articulation du genou est, dans un grand nombre de cas, munie d'une pièce protectrice de ce genre, la *rotule* (*rotula,* petite roue). Sa présence s'observe surtout chez les mammifères ; elle manque chez la grenouille.

Le *pied* complet, ainsi que la main, est décomposable en trois parties : le *tarse* (ταρσὸς, claie), formé de deux rangées principales d'os en général courts, polyédriques et peu mobiles ; le *métatarse,* comprenant cinq os longs ; les *orteils,* au nombre de cinq et comptant chacun trois phalanges, sauf le premier orteil du côté tibial (gros orteil chez l'homme) qui n'en présente que deux.

Chez la grenouille, la première rangée des os du tarse se compose de deux os longs, parallèles. La deuxième rangée est très réduite. Les orteils sont très longs, le quatrième a quatre phalanges.

Quant aux ongles qui terminent les doigts et les orteils des vertébrés, ce sont des productions épidermiques, ils font donc partie du squelette externe.

§ 5.

EXOSQUELETTE.

(Dermato-squelette, squelette dermique, squelette cutané, etc.)

Le squelette externe est composé d'éléments durs, solides, appartenant à la peau. Tantôt il existe chez les animaux possédant déjà un endosquelette complet, tantôt il existe seul. Le premier cas s'observe chez un certain nombre de vertébrés. Nous citerons les ossifications de la peau des tatous *(Dasypus)*, les os qui forment une partie de la boîte osseuse des tortues, l'ensemble du revêtement écailleux des poissons. Par extension, on peut regarder, comme faisant partie du squelette cutané, les poils, les plumes, les ongles, l'étui corné du bec des oiseaux, etc.

Le deuxième cas, c'est-à-dire, un exosquelette représentant à lui seul la charpente solide, est le plus répandu dans le règne animal. Les trois grands groupes où il s'accuse le plus, sont ceux des *Mollusques*, des *Arthropodes* et des *Échinodermes*. Nous en parlerons en traitant de ces groupes.

§ 6.

UNION DES PARTIES DU SQUELETTE ENTRE ELLES.

(Articulations.)

Des pièces du squelette peuvent être complètement soudées ou fusionnées ; ainsi, chez l'homme, par exemple, les os distincts les uns des autres sont plus nombreux dans le crâne de l'enfant nouveau-né que dans le

crâne de l'adulte, les os de certaines régions se soudant pour constituer des masses osseuses complexes.

Si l'union entre deux éléments du squelette a lieu sans soudure, c'est-à-dire si les pièces peuvent encore être détachées l'une de l'autre sans les briser ni les déchirer, on emploie le terme d'*articulation*. On comprend que, suivant la forme des surfaces en contact, l'articulation sera mobile ou immobile.

Les articulations franchement mobiles prennent le nom général de *diarthroses* (διάρθρωσις, articulation). Les articulations diarthrodiales sont de véritables charnières naturelles.

S'il s'agit d'articulations diarthrodiales entre os, les deux os offrent des surfaces qui se correspondent, l'une étant ordinairement convexe, et l'autre concave ; soit de façon à rappeler des portions de poulies, soit en affectant l'aspect de portions de sphères (articulation du fémur avec la ceinture pelvienne chez la grenouille, etc.).

Deux conditions sont indispensables pour réduire les frottements au minimum; le poli des surfaces et la présence d'un liquide lubrifiant. Ces conditions sont réalisées dans le squelette. Le poli est dû à une couche mince, souvent nacrée, toujours parfaitement lisse, de cartilage revêtant les surfaces osseuses en rapport. Le liquide lubrifiant est la *synovie* (σὺν, avec, ὠὸν, œuf); liquide visqueux, filant, ressemblant au blanc d'œuf, sécrété sur place et renfermé dans une poche membraneuse, *bourse synoviale,* sorte de manchon s'étendant

d'un os à l'autre et s'opposant à l'écoulement de la synovie hors de la cavité articulaire.

Des éléments flexibles et peu extensibles relient les pièces squelettiques entre elles, les empêchent de s'écarter, de se séparer, tout en laissant à l'articulation la mobilité la plus grande.

Dans l'endosquelette des vertébrés, ce sont les *ligaments*. Les ligaments s'offrent à nous sous la forme de membranes enveloppant complètement les articulations, ou de bandelettes situées au pourtour des articulations; s'insérant, dans tous les cas, sur les deux os articulés et s'étendant de l'un à l'autre. Ils sont constitués par un tissu blanc, fibreux, très résistant, flexible et peu extensible.

§ 7.

APPAREIL DES SENSATIONS.

Bien que tous les animaux semblent posséder, à un degré plus ou moins prononcé, la faculté de sentir et de manifester leurs sensations par certains actes extérieurs, ce n'est que chez les *Métazoaires* qu'on observe un tissu spécial sensitif, le *tissu nerveux*, susceptible de subir, à la suite de causes ou d'excitations très diverses, l'ébranlement intime qui constitue une *impression*, et de réagir, à son tour, sur les autres tissus, le tissu musculaire, par exemple, pour y déterminer un état d'activité.

Les impressions ou excitations du tissu nerveux peuvent être perçues par l'individu; on leur réserve dans ce cas le nom de *sensations*; souvent elles ne sont point

perçues, et l'on est convenu de les appeler alors simplement *impressions*.

Il est inutile de donner d'exemple de sensations ou impressions perçues; quant aux impressions simples ou non perçues, elles appartiennent en général au domaine de la vie organique ou végétative; il est bon de fixer les idées à cet égard en indiquant au moins un cas : notre estomac était vide, inactif; nous y introduisons des aliments. Au bout d'un temps très court, un liquide digestif acide, le suc gastrique, est abondamment déversé dans l'organe par les milliers de glandules logées dans sa muqueuse[1]. En même temps, les couches de fibres lisses faisant partie des parois stomacales entrent en action; l'estomac se moule sur son contenu; des contractions régulières de la tunique musculaire se propagent de gauche à droite; un anneau musculaire qui maintenait fermé l'orifice intestinal de l'estomac ou pylore, se relâche par intermittences, laissant passer successivement, dans les parties suivantes du tube digestif, de petites portions d'aliments partiellement digérées.

Ici notre tissu nerveux a été excité par la présence d'aliments dans l'estomac et a réagi en excitant la sécrétion des glandules de la paroi et la contraction des fibres musculaires lisses. Seulement, nous n'avons rien perçu; nous n'avons conscience ni de l'excitation, ni des faits qui la suivent. Si peu conscience, que si ce livre

1. Voyez, pour l'explication du mot muqueuse : *Appareil digestif*, § 18 de ce chapitre.



est le premier où il rencontre des notions de physiologie, le lecteur doit être surpris d'apprendre que les phénomènes en question se passent chez lui à chaque repas.

Le tissu nerveux qui possède ainsi les propriétés remarquables que nous venons d'indiquer brièvement, forme l'appareil qui tient en quelque sorte tous les autres sous sa dépendance, l'*appareil des sensations,* qu'on divise, pour la facilité de l'exposition et de l'étude, en *système nerveux* et *organes des sens.*

§ 8.

SYSTÈME NERVEUX.

Le système nerveux se compose 1° d'un vaste réseau de cordons de transmission, les *nerfs* et les *fibres nerveuses,* distribuant leurs ramifications dans tous les organes, dans presque tous les tissus, et servant de conducteurs aux excitations; 2° de *centres nerveux,* appelés, suivant leur forme ou leur rôle, *ganglions, moelle épinière, encéphale,* etc.; siège des impressions, où aboutissent et d'où émanent à la fois les excitations centripètes qui déterminent les impressions, et les excitations centrifuges qui produisent dans les organes les différents phénomènes vitaux.

Le tissu nerveux qui forme ces diverses parties est généralement à peu près incolore. Il est mou, très facilement altérable et n'offre une certaine consistance que parce que ses éléments sont partout soutenus par une charpente et des gaînes de nature conjonctive.

La partie essentielle d'un cordon transmetteur est un filament très ténu de substance azotée à texture fibrillaire, appelé *cylindre axe*. Dans les nerfs de la vie animale ou de relation des vertébrés, nerfs blancs et d'un aspect moiré caractéristique, chaque cylindre axe est entouré d'une couche ou étui de matière transparente, demi-liquide, de nature graisseuse, la *myéline*. La myéline est maintenue autour du cylindre axe par une gaîne conjonctive. Cet ensemble est une *fibre nerveuse*.

Les fibres nerveuses sont associées en faisceaux, entourés eux-mêmes d'une gaîne commune : le tout constituant un *nerf*. Mais il faut bien se pénétrer de ce principe que les gaînes et la myéline ne sont que des parties accessoires, que le cylindre axe est ici le seul véritable élément nerveux. En effet, chez les vertébrés, les nerfs de la vie organique renferment un grand nombre de fibres sans myéline ; la myéline fait défaut dans les nerfs des arthropodes et de la généralité des animaux inférieurs. Enfin, lors de la terminaison des fibres nerveuses, soit dans les tissus périphériques, soit dans les centres nerveux, on voit le cylindre axe seul en rapport avec les éléments excitables de ces tissus ou de ces centres.

L'élément essentiel des centres nerveux est la *cellule nerveuse*. Les cellules nerveuses, comprenant chacune une masse protoplasmique finement granuleuse et un noyau muni d'un nucléole, sont très variables dans leur forme et leur taille. Elles sont tantôt arrondies et

elliptiques, tantôt munies d'appendices multiples finement fibrillaires et ramifiés, etc.; mais, malgré les variations de contour et de dimension, elles ont un caractère commun d'une haute importance; elles émettent toutes certains prolongements qui ne sont autre chose que des fibres nerveuses (fig. 16). Ces fibres après avoir cheminé quelque temps dans l'épaisseur des centres, s'associent pour former les nerfs et se prolongent, *sans solution de continuité,* jusqu'à leur terminaison dans les organes auxquels les nerfs se distribuent.

Figure 16.



CELLULES NERVEUSES DE LA MOELLE ÉPINIÈRE DE LA GRENOUILLE.
Gr. 400. (D'après nature.)

Une fibre nerveuse n'est donc que le prolongement d'une cellule nerveuse; prolongement qui peut être d'une longueur relativement énorme. En effet, si nous considérons l'une des fibres nerveuses animant un des muscles du pied, il nous faudrait, pour retrouver sa cellule d'origine, suivre, jusqu'à la moelle épinière, et dans toute la longueur de la jambe, de la cuisse et d'une partie du tronc, le trajet du nerf sciatique (fig. 18, *i*).

Les unes, parmi les cellules nerveuses, sont des *cel-*

lules sensitives, centres d'impressions, les autres sont des *cellules motrices*, centres producteurs des excitations de mouvement ou, en général, d'activité des tissus. Les fibres nerveuses qui leur font suite doivent être distinguées, au point de vue fonctionnel, en *fibres sensitives* et *fibres motrices*.

Aucune différence de texture ne se remarque entre les fibres de ces deux catégories. Elles sont susceptibles de transmettre l'action nerveuse dans le sens centripète, comme dans le sens centrifuge; tout dépend de leurs terminaisons centrales et périphériques : l'excitation d'une fibre en rapport avec une cellule sensitive ne pouvant déterminer qu'une impression ; l'excitation d'une fibre en relation avec une cellule motrice ne donnant, comme résultat, qu'une activité spéciale des tissus périphériques ; par exemple, le mouvement.

Dans l'épaisseur des centres nerveux, les cellules sensitives et les cellules motrices sont reliées les unes aux autres d'une façon plus ou moins directe. Il suffit ici de signaler le fait; nous ne pourrions exposer la disposition en vertu de laquelle ces rapports de continuité ont lieu, sans entrer dans des détails histologiques dont le lecteur se ferait difficilement une idée nette.

Ainsi, en résumé, les cellules nerveuses sont reliées entre elles; à celles-ci font suite les fibres nerveuses, et les fibres elles-mêmes viennent se terminer dans les organes en s'unissant d'une manière en quelque sorte intime avec les parties élémentaires des autres tissus. Il en résulte, à travers tout le corps, une continuité

entre les éléments histologiques qui seule permet de comprendre la transmission, vers les centres, des plus légères modifications qu'éprouvent les organes et l'influence, sur les organes, des moindres excitations dont le tissu nerveux peut être le siège.

Si un nerf ne renferme que des fibres sensitives, il sera exclusivement sensitif; tel est, par exemple, le nerf de la vision, le *nerf optique;* s'il ne renferme que des fibres motrices, il sera exclusivement moteur; mais, en général, les nerfs sont mixtes, formés à la fois de fibres sensitives et de fibres motrices associées.

A une certaine distance des centres nerveux, les nerfs se divisent ordinairement en branches, en rameaux et en ramuscules.

Il arrive souvent que certaines branches ou certains rameaux d'un nerf s'unissent à des divisions d'un autre nerf. Ces unions portent le nom d'*anastomoses*. Dans les anastomoses, les fibres de l'un des cordons s'accolent à celles de l'autre et elles continuent parallèlement leur trajet dans une gaîne générale commune. C'est ainsi, pour citer un cas assez fréquent, que des fibres émanant d'un nerf sensitif s'accoleront à des fibres d'un nerf moteur pour donner un nerf à propriétés à la fois sensitives et motrices.

Quand des anastomoses *multiples effectuées dans un espace circonscrit* donnent lieu à un réseau de rameaux d'où naissent, en définitive, de nouvelles branches renfermant alors des fibres provenant de divers troncs d'origine, on appelle le réseau en

question un *plexus nerveux* (figure 18, 7, 8, 9, 10).

Jusqu'à présent, nous n'avons considéré les nerfs que comme de simples cordons conducteurs. Certes, chez l'animal intact, on peut les regarder comme tels; mais, en réalité, les nerfs sont eux-mêmes excitables en un point quelconque de leur parcours. Coupons en travers le nerf *sciatique,* nerf principal du membre postérieur, chez une grenouille vivante. Négligeons les phénomènes qui accompagnent immédiatement cette section; mais appliquons un excitant, électricité, compression ou autre, successivement sur les deux bouts du cordon nerveux.

Si nous excitons le tronçon qui se rend aux centres nerveux (ici la moelle), l'animal s'agite violemment, donne des signes de douleur, mais n'offre point de mouvements dans les muscles de la patte opérée, muscles auxquels les rameaux du sciatique se distribuent.

Si, au contraire, nous excitons le tronçon qui se rend aux muscles en question, la grenouille ne manifeste aucune sensibilité, mais les muscles de la patte se contractent.

C'est cette excitabilité des nerfs par des moyens artificiels qui a permis aux physiologistes, à la suite de nombreuses recherches expérimentales, de déterminer avec sûreté le rôle spécial de presque tous les nerfs importants de l'organisme.

Terminons ces généralités, un peu longues, mais que l'importance du système nerveux rendait indispensables, par quelques indications sur la vitesse de la transmission nerveuse. On est généralement tenté de

considérer cette vitesse comme énorme, comme comparable, par exemple, à celle de l'électricité; mais il y a là une illusion résultant de ce que la distance entre les éléments périphériques des nerfs et les centres nerveux est toujours relativement très faible. Des expériences ingénieuses de Helmholtz, reprises ou modifiées depuis par d'autres, ont montré que la vitesse de la transmission nerveuse est environ de 26 à 27 mètres par seconde dans les nerfs moteurs de la grenouille, de 33 mètres par seconde dans les nerfs moteurs de l'homme, et de 65 mètres dans ceux du cheval[1]. Elle est donc incomparablement plus faible que celle de l'électricité.

Abordons maintenant la description proprement dite du système nerveux de la grenouille.

§ 9.

SYSTÈME NERVEUX DE LA GRENOUILLE.

INDICATIONS PRATIQUES. L'animal tué est écorché comme il a été dit plus haut à propos des muscles. On a ouvert la paroi abdominale et extrait les viscères, poumons, cœur, foie, intestins, etc. A l'aide de ciseaux de moyenne force, on a enlevé les os qui forment la voûte du crâne et l'arc neural ou supérieur de toutes les vertèbres, de façon à mettre à nu les centres nerveux logés dans la tête et dans le canal rachidien.

---

1. L. Frédericq et Vandevelde, dans leurs recherches sur le homard, n'ont trouvé pour vitesse de l'influx nerveux moteur que 6 à 12 mètres par seconde. La transmission nerveuse est donc relativement très lente chez les articulés.

Ce mode de préparation suffit pour une dissection peu détaillée. Dans le cas de recherches plus soignées, on emploierait l'action préalable d'un liquide durcissant, alcool ou acide chromique faible.

Bien que toutes les parties du système nerveux soient en continuité les unes avec les autres, nous distinguerons, comme on est dans l'usage de le faire, deux groupes de centres nerveux et de nerfs, constituant : 1° *le système nerveux de la vie animale ou de relation;* 2° *le système nerveux splanchnique ou du grand sympathique.*

SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE ANIMALE. Les centres nerveux de ce système sont volumineux. Ils occupent une position sus-intestinale et sont renfermés dans un canal protecteur formé par les arcs neuraux de la colonne vertébrale et les parois de la boîte crânienne.

La portion logée dans le canal de la colonne vertébrale, porte le nom de *moelle épinière*. Excepté chez le plus inférieur des vertébrés, l'*amphioxus,* la moelle se différencie en avant, de façon à donner lieu à une série de renflements en continuité de substance les uns avec les autres, remplissant une grande partie de la cavité du crâne et dont l'ensemble est appelé *encéphale* (vulgairement cerveau).

On désigne sous la dénomination de *moelle allongée,* la partie de la moelle qui, engagée dans la boîte crânienne et généralement élargie, établit la transition entre la moelle épinière proprement dite et les renflements cérébraux. Ainsi que nous le verrons plus loin, la

moelle allongée appartient à l'encéphale et en constitue même une section importante (fig. 17, *m*).

Les renflements de l'encéphale sont creux. Les cavités qu'on y observe, limitées par des parois assez épaisses de substance nerveuse, sont les *ventricules* du cerveau. Elles communiquent entre elles et se continuent dans la moelle épinière sous forme d'un *canal central* étroit qui en occupe l'axe (fig. 14, B).

Le tissu nerveux de la moelle et de l'encéphale se montre constitué, sur des coupes transversales, par deux substances d'aspect différent, une *substance blanche*, composée en majeure partie de fibres nerveuses, et une *substance grise*, siège des cellules nerveuses d'où les fibres émanent. Dans la moelle, la plus grande masse de substance grise est centrale. Dans le cerveau, la substance grise est, au contraire, en grande partie superficielle.

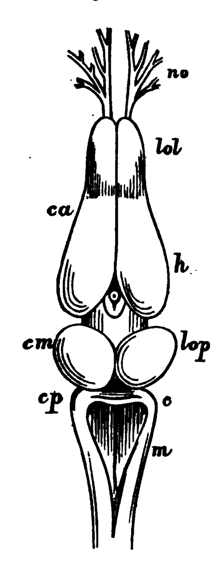
De la face inférieure de l'encéphale et des parties latérales de la moelle sortent les nerfs. Les nerfs crâniens quittent le crâne par des orifices nombreux de la face ou de la boîte crânienne. Les nerfs rachidiens ou spinaux sortent du canal rachidien par des échancrures dans les bords des arcs supérieurs de vertèbre.

ENCÉPHALE. L'encéphale de la grenouille comprend, d'avant en arrière, trois parties, un *cerveau antérieur*, un *cerveau moyen* et un *cerveau postérieur* (fig. 17, *ca*, *cm*, *cp*).

Le *cerveau antérieur* nous offre une paire de renflements elliptiques, les *hémisphères*, de la partie anté-

rieure desquels font saillie deux prolongements à peu près cylindriques, les *lobes olfactifs*. Chacun des lobes olfactifs émet un bouquet de petits nerfs, les *nerfs olfactifs*, ou de l'odorat, donnant à la muqueuse des narines leur sensibilité caractéristique. Chez les vertébrés supérieurs, les hémisphères cérébraux deviennent énormes et, chez beaucoup de mammifères, leur masse est encore augmentée par des replis tortueux ou vermiformes de la surface, qu'on nomme *circonvolutions*.

Figure 17.



ENCÉPHALE DE LA GRENOUILLE. (Gr. 6.)

ca, cerveau antérieur.
cm, cerveau moyen.
cp, cerveau postérieur.
no, nerfs olfactifs.
lol, lobes olfactifs.
h, hémisphères.
lop, lobes optiques.
c, cervelet.
m, moelle allongée.

C'est aux hémisphères et, d'une façon générale, à l'ensemble du cerveau antérieur que sont dévolues les fonctions les plus élevées de l'innervation. Ainsi, ils sont le siège de la spontanéité volontaire, celui des instincts, c'est-à-dire des excitations déterminant les actes ayant pour but la conservation de l'individu et sa reproduction. Ils sont enfin le siège de l'élaboration intellectuelle des sensations et de leur transformation en idées. Aussi voyons-nous les hémi-

sphères surpasser en volume les autres parties de l'encéphale chez l'homme, la généralité des mammifères, les oiseaux, et diminuer considérablement d'importance chez les reptiles, les amphibies (grenouille) et les poissons.

Le *cerveau moyen* de notre grenouille (fig. 17, *cm*) se compose aussi de deux lobes renflés, placés à droite et à gauche de la ligne médiane; ce sont les *lobes optiques*, portions qui prennent une part essentielle au mécanisme de la vision. Ils paraissent être, en effet, un des foyers de réception des impressions visuelles. A la face inférieure de l'encéphale, on y voit aboutir les *nerfs optiques* (fig. 18, OP).

Le *cerveau postérieur* de la grenouille (fig. 17, *cp*) et de l'ensemble des vertébrés est représenté par la moelle allongée et ses dépendances. Chez l'animal qui nous occupe, la moelle allongée, très large, presque aussi large que le reste de l'encéphale, offre à sa face supérieure une dépression en forme de losange, la *fosse rhomboïdale,* au-dessus de laquelle et immédiatement en arrière des lobes optiques, passe, comme un petit pont, une bandelette transversale. Cette bandelette est le *cervelet,* excessivement réduit ici, comme chez une partie des reptiles (fig. 17, *c*). Chez les oiseaux et les mammifères, le cervelet augmente notablement de volume et offre des incisions profondes à sa surface[1].

---

1. On divise souvent l'encéphale, et cela en partant exclusivement de sa forme chez l'homme, en *cerveau* (représenté principalement par les hémisphères), *cervelet* et *moelle allongée.* Cette subdivision artificielle qui n'est basée

Le cervelet n'émet pas de nerfs; il n'a aucune influence ni sur l'instinct ni sur l'intelligence. Des expériences de Flourens ont paru montrer qu'il était le siège du principe qui coordonne les mouvements de locomotion ; mais on a élevé récemment des objections sérieuses contre cette opinion.

Quant à la *moelle allongée,* il en naît des groupes de nerfs qui comptent parmi les plus importants, et elle est le centre de propriétés nerveuses d'une valeur capitale. Ainsi, elle préside au mécanisme de la déglutition; elle est l'organe central des mouvements d'expression; le centre de tous les phénomènes qui se rattachent au mécanisme de la respiration ; elle contient le centre modérateur ou d'arrêt des mouvements du cœur; elle a une influence directe, chez les vertébrés supérieurs, sur la nature des sécrétions urinaire et salivaire, etc.

Les troncs nerveux qui émanent de la moelle allongée naissent par paires, comme, du reste, tous les troncs sortant directement des centres nerveux de la vie animale. Ce qui existe à droite, se répète symétriquement à gauche. Si, dans la description, nous nommons les nerfs au singulier, il est bien entendu qu'il existe *deux* nerfs répondant à chaque nom et occupant les deux moitiés de l'individu (fig. 18).

Ceci dit, les principaux troncs prenant origine dans

---

ni sur l'embryologie, ni sur l'anatomie comparée, est celle qui a cours dans le vulgaire. Il était utile de la signaler ici, pour que le lecteur rectifie des idées préconçues.



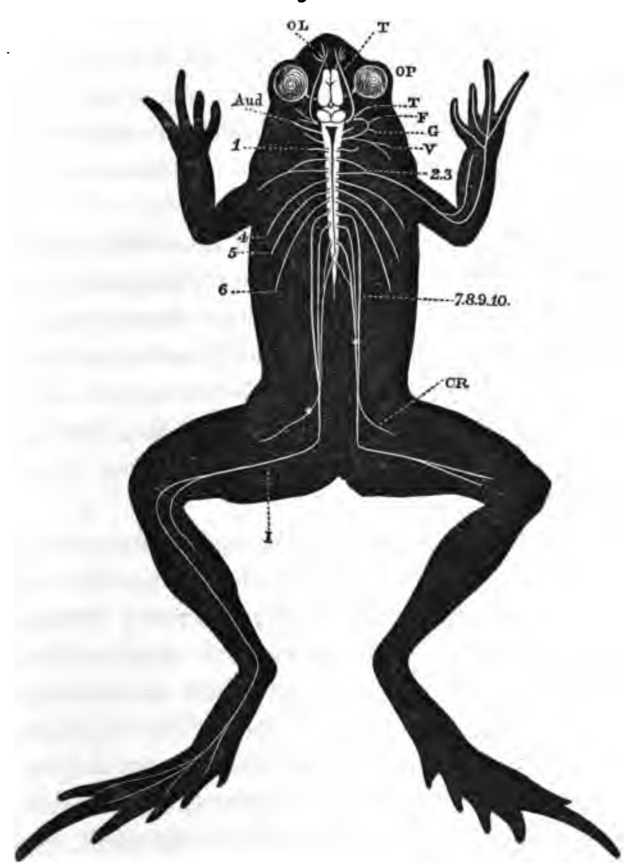
la moelle allongée sont : le nerf *trijumeau* (fig. 18, TT), distribuant surtout ses rameaux à la face des vertébrés, lui donnant la sensibilité générale par ses filets sensitifs et animant les muscles masticateurs par ses filets moteurs. Le *nerf facial* (fig. 18, F), nerf principalement moteur, qui excite les contractions des muscles expressifs ou tout au moins superficiels de la face. Le *nerf auditif* (fig. 18, Aud), nerf sensoriel de l'audition. Le *nerf glossopharyngien* (fig. 18, G), spécialement distribué aux régions linguale et pharyngienne de l'origine du tube digestif. Le tronc qu'il fournit à la langue est, chez les mammifères, un nerf sensoriel qui préside à la perception des saveurs [1]. Enfin, le *nerf vague* ou *pneumogastrique* (fig. 18, V), nerf en général aussi remarquable par l'étendue de sa distribution que par la multiplicité des phénomènes auxquels il préside. Il se distribue, en effet, à l'appareil respiratoire, à une grande partie de l'appareil digestif, au cœur, et tient sous sa dépendance la plupart des phénomènes physiologiques dont ces appareils ou ces organes sont le siège [2]. Chez la grenouille, il fournit de plus un rameau *auriculaire* qui se distribue à la peau de la région posté-

---

1. Voyez, plus loin, *goût*, § 13 de ce chapitre.

2. Chez la grenouille, les origines du trijumeau, du facial, du glossopharyngien et du pneumogastrique sont caractérisées par des connexions intimes dont l'étude pourrait embarrasser un débutant et dont l'explication exige des connaissances déjà assez étendues en anatomie comparée. C'est donc à dessein que nous évitons d'entrer dans des détails à cet égard.

Figure 18.



SYSTÈME NERVEUX DE LA VIE ANIMALE CHEZ LA GRENOUILLE.

(Figure demi-théorique ; on n'a représenté que les gros troncs ; toute une série de branches a été omise à dessein.)

OL, nerfs olfactifs. — OP, yeux et nerfs optiques. — TT, branches du trijumeau. — F, nerf facial. — Aud, nerf auditif. — G, nerf glossopharyngien. — V, branches du nerf vague, la postérieure est ici le rameau auriculaire ou cutané. — 1, 1re paire spinale f. f. d'hypoglosse. — 2, 3, plexus brachial. — 4, 5, 6, 4e, 5e et 6e paires spinales. — 7, 8, 9, 10, plexus lombo-sacré. — CR, nerf crural. — I, nerf sciatique.

rieure et latérale de la tête, et qui peut être considéré comme le dernier vestige d'une branche cutanée très importante, le *nerf latéral,* animant les téguments des flancs chez les têtards, les batraciens inférieurs et les poissons.

La *moelle épinière* (fig. 18) est le centre principal des *actes réflexes.* Un acte réflexe est un phénomène, un mouvement, par exemple, provoqué dans une partie du corps par une excitation venue de cette partie et agissant par l'intermédiaire d'un centre nerveux autre que le cerveau proprement dit ou cerveau antérieur. C'est, par conséquent, un acte qui a lieu sans l'intervention de la volonté.

Nous citerons, à ce sujet, l'exemple classique : on décapite une grenouille ; l'animal est immobile. On pince l'extrémité d'une patte ; l'animal retire le membre, puis rentre au repos. On excite un autre membre, même fait, etc. Il y a eu une excitation centripète qui s'est propagée jusqu'à la moelle épinière et, de celle-ci, est partie une excitation centrifuge en sens inverse, *réflexe,* vers les muscles de la patte excitée, et cela, évidemment, sans qu'il y ait eu rien de conscient, rien de voulu.

Les nerfs qui émanent de la moelle épinière, ou *nerfs rachidiens,* naissent par paires, comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, à propos de la moelle allongée. En outre, chaque tronc, droit ou gauche, naît distinctement par deux racines, une ventrale *motrice,* c'est-à-dire formée de fibres prenant origine dans des cellules motrices ; une dorsale *sensitive.*

Ces deux racines s'unissent, après un trajet très court, pour donner lieu à un tronc nerveux mixte allant animer les muscles du squelette et les téguments du corps et des membres.

Si l'on coupe la racine ventrale d'un nerf rachidien, en respectant l'autre, les organes auxquels ce nerf se distribue sont paralysés, n'effectuent plus aucun mouvement; aucune excitation motrice ne pouvant plus leur arriver de la moelle; mais ils continuent à être sensibles. Si la section a porté, au contraire, sur la racine dorsale, la faculté d'effectuer des mouvements persiste, mais la sensibilité a disparu.

A la hauteur des points d'émergence des nerfs spinaux, il existe, chez la grenouille, une disposition qui pourrait embarrasser un débutant. Ce sont de petites masses d'un blanc crayeux, appliquées à droite et à gauche de la colonne vertébrale (face ventrale de l'animal). Il est important d'en expliquer la nature pour éviter des méprises.

Chez la grenouille, comme chez les autres vertébrés, la moelle, de même que les autres centres nerveux, a des enveloppes d'aspect membraneux; la plus externe accompagne chaque nerf spinal jusqu'à sa sortie du canal rachidien, puis se confond, en partie, avec le périoste des vertèbres et la gaîne propre du nerf. Ici, elle forme autour du nerf, un petit sac rempli de cristaux microscopiques de carbonate de calcium[1].

1. En écrasant un de ces sacs, dans une goutte d'eau, sur une plaque de



Chez la plupart des vertébrés, les nerfs rachidiens forment plusieurs plexus d'où partent ensuite les nerfs périphériques. La grenouille est encore un animal utile à étudier à cet égard; ces plexus y étant bien simples et seulement au nombre de deux de chaque côté.

Le premier ou *plexus brachial* (fig. 18, 2, 3) est formé aux dépens des nerfs rachidiens deux et trois; il fournit, comme branches terminales, les nerfs de l'extrémité antérieure. Le deuxième plexus, *plexus lombo-sacré* (fig. 18, 7, 8, 9, 10), résultant des anastomoses des quatre derniers troncs rachidiens, donne naissance au *nerf crural* et au *nerf sciatique* qui animent le membre postérieur.

Système nerveux de la vie végétative, système nerveux splanchnique, grand sympathique. En continuité avec le précédent, contractant de nombreuses anastomoses avec lui, le système nerveux du grand sympathique se compose aussi de nerfs et de centres. Les nerfs contiennent, en général, une forte proportion de fibres sans myéline. Les centres nombreux sont de petites masses renfermant des cellules nerveuses dont

---

verre, et observant au microscope, on assiste à un phénomène curieux : la très légère solubilité des cristaux dans l'eau chargée naturellement d'un peu d'acide carbonique, amène dans le liquide des changements locaux de composition ; de là des actions moléculaires qui impriment aux cristaux des déplacements plus ou moins rapides dans divers sens. Phénomène connu sous le nom de mouvement brownien. C'est le botaniste Robert Brown qui signala le premier ces mouvements purement mécaniques des particules en suspension dans un liquide.



les prolongements forment les fibres nerveuses des cordons du système. On donne à ces petits centres le nom de *ganglions.*

Dans son ensemble, le grand sympathique des vertébrés consiste essentiellement en deux longs cordons nerveux commençant dans le crâne, puis s'étendant de la tête à la queue de l'animal, sous la colonne vertébrale, à droite et à gauche de l'axe formé par les corps de vertèbres. Chacun de ces cordons présente sur son trajet de nombreux ganglions, lui donnant l'aspect d'une chaîne ganglionnaire.

Des ganglions émanent des rameaux communiquants et des filets périphériques. Le système du sympathique est relié, en effet, 1° à la plupart des nerfs crâniens, tels que le trijumeau, le facial, le pneumogastrique, etc.; 2° à tous les troncs rachidiens. Les filets périphériques forment des plexus offrant fréquemment des ganglions sur leur trajet; ils se distribuent au cœur, à l'appareil respiratoire, à l'appareil digestif, aux organes génitaux, en accompagnant surtout les vaisseaux sur lesquels ils ont une action très importante.

Ces nerfs sont des nerfs *vaso-moteurs,* c'est-à-dire excitateurs de contractions dans la couche de fibres musculaires lisses qui entre dans la composition des parois des vaisseaux sanguins. Ils règlent donc le calibre des vaisseaux et, par suite, la quantité de liquide nutritif distribué aux différents organes[1]. Il résulte de

---

1. Les fibres nerveuses vaso-motrices n'ont pas seulement le sympathique

là que, outre quelques propriétés spéciales que nous passons sous silence, le grand sympathique a une influence générale sur la nutrition, les sécrétions, la respiration et la chaleur animale.

Le grand sympathique de la grenouille s'observera facilement, au moins dans son trajet extra-crânien, à la face ventrale de l'animal, à droite et à gauche de la colonne vertébrale. Il est en rapport intime, à l'origine, avec le groupe du trijumeau et du facial; il traverse ensuite la paroi crânienne pour en sortir par le même orifice que le pneumogastrique; il passe ensuite, sous forme de cordon, au-dessous des nerfs spinaux et envoie aux intestins des branches importantes pourvues de ganglions et accompagnant les vaisseaux.

§ 10.

ORGANES DES SENS.

L'étude des organes des sens ne peut être séparée de celle du système nerveux. En effet, tout organe sensoriel est constitué par un nerf sensitif aboutissant à la périphérie du corps et dont la terminaison est entourée de parties destinées à donner à la sensation son caractère spécial. C'est ainsi que l'extrémité du nerf optique

---

comme origine; des centres nerveux vaso-moteurs paraissent distribués tout le long de la moelle épinière. De plus, des expériences faites sur la grenouille, entre autres, semblent prouver l'existence de petits centres nerveux vaso-moteurs locaux situés le long des vaisseaux eux-mêmes. Il existe des nerfs *vaso-dilatateurs*; nous devons nous borner ici à en signaler l'existence.

s'épanouit au fond du globe oculaire, véritable chambre obscure munie de sa lentille; que les terminaisons nerveuses olfactives s'étalent, chez les vertébrés, dans la muqueuse d'un canal (les narines) dépendant, la plupart du temps, de l'appareil respiratoire et dont les parois humides retiennent les particules odorantes transportées par l'air.

Plusieurs naturalistes ont admis qu'il existe, chez les animaux, outre les cinq sens ordinaires, au moins un sixième sens dont la qualité nous est nécessairement inconnue, mais auquel sont affectés, chez les reptiles, les batraciens et les poissons, des organes périphériques très délicats. D'un autre côté, il est beaucoup de formes animales chez lesquelles les organes répondant à quelques-uns des sens semblent faire défaut, ou, du moins, chez lesquelles ces organes n'ont pas encore été découverts.

§ 11.

TOUCHER.

Le toucher est un sens général, parce qu'il peut s'exercer ordinairement par toute la surface du corps et que les nerfs qui le desservent, loin d'être des nerfs particuliers, sont constitués par l'ensemble des nerfs périphériques aboutissant à la peau.

Chez tous les animaux à complication organique un peu grande, il existe, outre le toucher vague de la presque totalité de la surface de l'individu, un toucher plus délicat, localisé dans la peau de certaines régions

ou aux extrémités de certains organes, tels, par exemple, que les doigts de la main humaine, les lèvres de beaucoup de mammifères, le bout de la trompe de l'éléphant, la base des poils des moustaches des chats, des rayons de nageoires ou les barbillons de nombreux poissons, etc.

Chez les vertébrés, la peau se compose de deux tissus superposés, l'*épiderme* et le *derme*.

L'ÉPIDERME est un tissu cellulaire ectodermique appartenant à la catégorie des épithéliums; il se moule sur les élévations et les dépressions du derme sous-jacent. De nombreux éléments superficiels sont des productions épidermiques, les ongles et les sabots, la corne, le bec des oiseaux, les poils, les plumes, la partie superficielle dure des écailles des reptiles, etc.

L'épiderme est souvent incolore; quand il est coloré, sa teinte est due à un *pigment*, matière granuleuse grisâtre, noire ou brune, occupant les cellules des couches épidermiques profondes de certaines régions ou de la totalité du corps, comme chez les races humaines de couleur[1].

L'épiderme de la grenouille, dont on peut facilement détacher des portions superficielles, pour l'observation microscopique, en raclant la surface de la peau avec un scalpel, est très mince et formé d'un petit nombre de couches de cellules (fig. 8, *a* et fig. 19, E). Comme celui

1. Chez beaucoup d'animaux, reptiles, amphibies, poissons, le pigment est au contraire dermique (voyez page 95).

de tous les vertébrés, il est divisible en une zone supérieure cornée et une zone profonde muqueuse. Les cellules de la zone cornée sont ici plates, nettement nucléées et à contour plus ou moins rhomboïdal.

L'épiderme de tous les vertébrés est sujet à un renouvellement très actif. Les parties superficielles meurent et tombent, tandis que de nouvelles couches cellulaires viennent les remplacer. Les vieilles couches de l'épiderme se détachent par grandes lames chez la grenouille et l'on en trouve toujours des lambeaux flottant sur l'eau où l'on conserve ces animaux. Comme nous allons le voir, les éléments cellulaires de l'épiderme plongent par refoulement dans le derme, en une infinité de points, pour former l'épithélium sécrétoire des glandes de la peau.

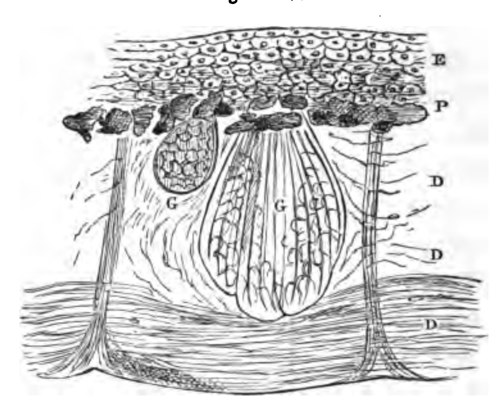
Derme. Considéré d'une façon générale, chez les vertébrés, le derme, d'origine mésodermique, constituant le *cuir* dans les peaux tannées, est formé de faisceaux de fibres conjonctives, entrecroisés, comme feutrés, accompagnés de fibres élastiques. Il renferme des fibres musculaires lisses. Il est, de plus, parcouru par de nombreux vaisseaux, par conséquent vasculaire, et par de nombreux ramuscules nerveux et, par suite, très sensible.

On observe dans l'épaisseur du derme des vertébrés des glandes de diverses natures, souvent en grand nombre et dont l'épithélium sécrétoire doit être considéré comme un prolongement de l'épiderme. Nous citerons rapidement : les *glandes sudoripares* qui, chez les mammifères, sécrètent la sueur, les *glandes sébacées*,

produisant la sécrétion grasse de la peau, les *mamelles*, les *glandes odorantes* de beaucoup d'animaux, des glandes sécrétant des liquides âcres et vénéneux, etc.

Le derme de la grenouille (fig. 19, D) est de structure

Figure 19.



COUPE VERTICALE DE LA PEAU DE LA GRENOUILLE.
Gr. 300. (D'après nature.)

E, épiderme.
P, chromoblastes en partie contractés.
DDD, derme.
GG, grande et petite glandes cutanées.

très simple. Les faisceaux de tissu conjonctif courent horizontalement et obliquement ; il n'offre de fibres musculaires que dans la paroi de quelques formations glandulaires. On observe, dans son épaisseur, deux espèces de glandes; les unes, petites, sont répandues en grande quantité dans toute la peau, et ne se composent que de petits sacs sphériques sécrétant vraisemblablement le liquide visqueux qui maintient la surface de la

peau humide. Les autres, beaucoup plus grandes, oviformes, sont munies d'une couche de fibres musculaires longitudinales. Des glandes cutanées analogues forment des groupes considérables en arrière de la région de l'oreille chez les crapauds et les salamandres et produisent le liquide extrêmement vénéneux qui sert d'arme défensive à ces animaux[1].

Immédiatement sous l'épiderme de la grenouille, dans la zone dermique la plus superficielle, existent, en abondance, des cellules pigmentaires ramifiées, les *chromoblastes*. Leur contenu, chargé de pigment d'un brun foncé presque noir, est essentiellement contractile et peut donc, ou se ramasser sur lui-même ou s'étaler dans les ramifications en branches des cellules. De là, suivant les circonstances, des changements marqués dans la teinte de la peau, changements qui rappel-

Figure 20.



CHROMOBLASTES DE LA PEAU DE LA GRENOUILLE, dilatés et vus par transparence au travers de l'épiderme. (Gr. 300.) D'après nature.

1. Pour l'explication de ce que c'est qu'une glande en général, voir *organes sécrétoires*, § 24 de ce chapitre.

lent un peu ceux qu'offre le caméléon parmi les reptiles.

La structure de la peau étant connue, disons un mot des éléments nerveux qui la transforment en organe du toucher. Chez les mammifères, la surface périphérique du derme, en contact avec l'épiderme, présente de nombreuses éminences ou *papilles*. Les unes, *vasculaires*, renfermant un ou deux capillaires sanguins s'y recourbant en anse; les autres, *nerveuses*, dans lesquelles des fibres nerveuses viennent se terminer dans des corpuscules spéciaux, appelés *corpuscules du tact*. Les papilles nerveuses sont moins nombreuses que les papilles vasculaires. Les corpuscules du tact sont surtout accumulés dans les régions à toucher délicat.

Quant à la sensibilité tactile générale, elle s'explique parfaitement par ce fait que les nerfs de la peau envoient vers la surface du derme d'innombrables filets qui s'y résolvent en un réseau à mailles étroites.

Chez les batraciens, Leydig a signalé des corpuscules analogues aux corpuscules du tact dans les papilles du renflement volumineux ou brosse copulatrice du premier doigt du mâle de la grenouille. Nous préférons ne pas nous arrêter à ce détail, pour insister un peu plus sur des dispositions plus générales.

Chez les formes larvaires, les têtards, les nerfs cutanés se terminent sous ou même en partie dans la couche profonde de l'épiderme, et cela de deux façons principales : 1° réduits à de simples fibrilles nerveuses primitives, ils constituent des réseaux ou plexus en connexion avec de très petits corpuscules sans noyaux, granuleux,

munis de prolongements et situés entre les cellules épidermiques profondes[1]; 2° quelques nerfs viennent se terminer dans des organes particuliers que l'on a rangés dans la catégorie des organes des sensations spéciales, ou organes du sixième sens.

§ 12.

SIXIÈME SENS.

Le sixième sens n'est peut-être qu'une modification du toucher; quoi qu'il en soit, les organes que l'on y rapporte ont été, comme nous l'avons indiqué plus haut, observés chez les poissons, les batraciens et les reptiles. Nous nous contenterons d'en dire quelques mots chez les batraciens.

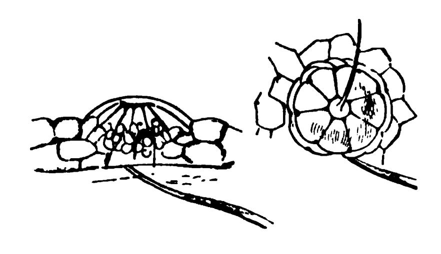
Lorsqu'on observe à la loupe les côtés de la tête et les parties latérales de la queue des têtards, on y remarque de petites élévations ponctiformes sur la surface de la peau. Chacune d'elles se compose d'une petite pyramide à un grand nombre de faces, formée par des cellules épidermiques superficielles disposées en rosace et recouvrant un groupe de cellules profondes, arrondies, granuleuses, surmonté souvent[2] par un cil sensoriel qui proémine au-dessus de l'épiderme. Tous ces organes sont animés par autant de ramuscules du *nerf*

1. Leboucq, *Recherches sur le développement et la terminaison des nerfs chez les larves de batraciens.* (Bulletin de l'Académie. Mars 1876.)

2. Chez les têtards de tritons et de salamandres.

latéral (branche cutanée du pneumogastrique) se terminant dans les groupes de cellules arrondies citées plus haut. Les cils saillants sont évidemment destinés, par

Figure 21.



DEUX ORGANES DITS DU SIXIÈME SENS,
l'un de face, pris le long de la ligne latérale du corps, l'autre de profil, sur la peau de la tête. (Têtard de *Triton alpestris.*)
Réduit de moitié d'après une figure de Leydig.

les ébranlements qu'ils subissent, à déterminer une excitation quelconque transmise ensuite par le nerf latéral aux centres encéphaliques.

§ 13.

GOUT.

Le sens du goût guidant l'animal dans le choix des aliments, a nécessairement son siège dans des organes situés à l'origine du tube digestif. Chez les vertébrés et principalement les mammifères, nous savons, par notre expérience personnelle de chaque jour, que la gustation est localisée dans la langue.

La langue, fixée à la partie antérieure de l'hyoïde, offre souvent, comme charpente, une lame médiane fibreuse ; sa masse principale est constituée par des muscles multiples lui donnant sa grande mobilité et s'insérant sur le groupe-hyoïdien, sur la mâchoire inférieure, etc. Ce que l'on nomme communément la peau de la langue est une muqueuse épaisse [1] comprenant un derme et un épithélium. Le derme, avec son revêtement épithélial, se relève chez beaucoup d'animaux, en innombrables papilles donnant à la langue un aspect soit velouté, soit rugueux.

Un certain nombre de ces papilles sont des papilles gustatives, elles reçoivent à cet effet les terminaisons nerveuses sensitives de nerfs qui, chez les mammifères seuls, sont au nombre de quatre. Les papilles gustatives de la partie antérieure de la langue de ces animaux supérieurs étant innervées par les deux nerfs *linguaux*, les papilles de la partie postérieure ou base de la langue étant, au contraire, innervées par les deux *glosso-pharyngiens*.

Les physiologistes admettent quatre classes de saveurs : *salées*, *sucrées*, *acides*, *amères*. Chez les mammifères, la base de la langue perçoit surtout les saveurs amères, la pointe les saveurs sucrées et acides. Il faut éviter de confondre avec des sensations gustatives, de simples sensations tactiles (astringents, par

1. Voyez, pour l'explication du mot *muqueuse* : page 117.

exemple), ou des sensations olfactives. En effet, quant à ces dernières, le lecteur sait, depuis l'enfance, que le goût désagréable de certains médicaments n'est pas perçu si l'on se bouche les narines.

La langue de la grenouille, très large, munie à sa partie postérieure ou base de deux lobes saillants, peut se retourner en partie hors de la bouche et faire ainsi fonction d'organe préhensile lorsque cet animal saisit les insectes qui constituent sa nourriture. Elle est couverte de papilles, les unes étroites, allongées, les autres d'une structure très complexe. Le nerf lingual fait défaut; il n'y a donc, comme nerf gustatif, que le *glossopharyngien*[1].

§ 14.

ODORAT.

Chez les vertébrés à respiration aérienne, les organes de l'odorat ou narines sont en communication avec l'appareil respiratoire et sont, par suite, constamment parcourus par l'air arrivant aux poumons ou en sortant. Cet air tient en suspension des particules odorantes qui viennent exciter, d'une façon spéciale, les terminaisons nerveuses de la muqueuse nasale.

Chez les vertébrés à respiration exclusivement aquatique (poissons), les cavités nasales sont ordinairement

1. Les nerfs *hypoglosses* ou moteurs de la langue sont représentés chez les batraciens par la première paire spinale. Voyez fig. 18.

closes au fond et ne communiquent alors, ni avec la bouche, ni avec l'appareil respiratoire. Ce sont les particules odorantes flottant dans l'eau qui viennent les impressionner.

Ainsi que nous l'avons vu, à propos du système nerveux de la grenouille (page 81), les filaments nerveux olfactifs naissent des lobes olfactifs ou prolongements du cerveau antérieur. Ils viennent s'épanouir dans la muqueuse des narines et s'y terminer, dans des cellules particulières *(cellules olfactives)*, surmontées chacune, chez la grenouille, d'une touffe de cils dépassant la surface de l'épithélium. Ces cils saillants dont on a constaté aussi la présence chez les oiseaux, manquent chez les mammifères.

L'orifice externe des narines est fermé lorsque la grenouille plonge; il s'ouvre, au contraire, lorsqu'elle met la tête hors de l'eau pour respirer; il est, en outre, continuellement en mouvement pendant la respiration. Ces modifications s'opèrent par l'action de très petits muscles insérés sur les maxillaires et intermaxillaires à la partie antérieure du museau.

Nous n'insisterons ni sur la charpente, ni sur la forme des fosses nasales des vertébrés; nous dirons seulement, parce qu'il s'agit d'un caractère zoologique important, que chez quelques poissons, la *lamproie*, par exemple, l'organe nasal est impair. Ces animaux n'ont qu'une narine située à la partie supérieure de la tête, sur la ligne médiane.

§ 15.

OUÏE.

Dans le langage ordinaire, on appelle *oreilles* des appendices externes de la tête affectant plus ou moins la forme de cornets ou de pavillons et n'existant que chez les mammifères. Ces appendices ne sont que des parties accessoires, des collecteurs du son, destinés à réfléchir, vers l'organe auditif proprement dit, le plus grand nombre possible d'ondes sonores. Une série d'autres pièces propres à l'organe de l'audition des vertébrés supérieurs, telles que la chaîne des osselets, etc., ont pour rôle de faciliter la transmission des vibrations jusqu'au compartiment récepteur renfermant les terminaisons nerveuses excitables, mais ne sont pas indispensables non plus. Aussi existe-t-il une foule d'animaux qui entendent incontestablement et ne possèdent cependant que la petite cavité close où viennent aboutir les fibres du nerf auditif. Cette cavité qui est toujours enfouie plus ou moins profondément dans les parois du corps[1] ou de la tête de l'individu, est donc la partie essentielle, l'organe auditif proprement dit. Elle porte pour les vertébrés le nom de *labyrinthe*.

On admet, chez les mammifères, au point de vue physiologique, une division de l'organe auditif en trois portions successives, qui sont, en procédant de

---

1. L'organe auditif n'est pas toujours porté par la tête; des articulés, les *Mysis* (crustacés) ont l'organe de l'audition logé dans les lamelles de la queue.

l'extérieur vers l'intérieur, l'*oreille externe*, l'*oreille moyenne* et l'*oreille interne* (labyrinthe). Les deux dernières se retrouvent, quoique simplifiées, chez la grenouille.

L'oreille externe des mammifères se compose : 1° du *pavillon*, repli de la peau soutenu par des cartilages, souvent très mobile, mû par des muscles spéciaux, atteignant, on le sait, de grandes dimensions chez le lapin, l'âne, certaines races de chiens, des chauves-souris, etc.; 2° du *conduit auditif externe*, conduit tapissé par la peau et s'enfonçant dans la paroi crânienne. Ce conduit est fermé à son extrémité profonde par une membrane tendue, la *membrane du tympan*.

La grenouille n'a ni pavillon, ni conduit auditif; son tympan assez grand, tendu sur un cadre cartilagineux situé immédiatement en arrière de l'œil, est à fleur de tête. Il est recouvert par la peau qui y adhère.

L'*oreille moyenne* (fig. 22, A), logée dans l'épaisseur des parois de la tête, séparée de l'oreille externe par la membrane du tympan, est une cavité assez irrégulière, communiquant avec l'arrière-bouche par un canal spécial, la trompe d'Eustache[1]. Les deux trompes d'Eustache de la grenouille aboutissent aux angles latéraux et postérieurs de la voûte de la cavité buccale par de larges orifices, facilement visibles et situés en arrière des légères saillies déterminées par les globes oculaires.

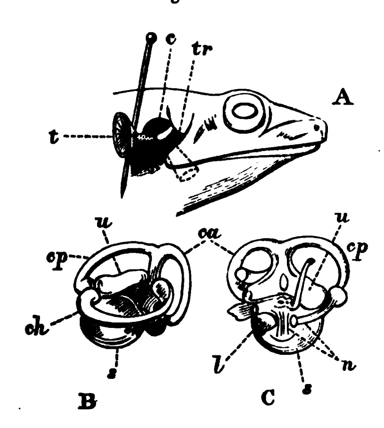
La paroi de l'oreille moyenne opposée au tympan

---

1. B. Eustache, savant anatomiste italien, mort en 1574.

présente chez les vertébrés supérieurs deux petits orifices superposés, la *fenêtre ovale* et la *fenêtre ronde*. La fenêtre ovale est seule présente chez la grenouille.

Figure 22.



APPAREIL AUDITIF DE LA GRENOUILLE.

A, oreille moyenne. (Gr. nat., d'après nature.)
t, tympan déplacé en arrière à l'aide d'une épingle.
c, columelle.
tr, orifice de la trompe d'Eustache.

B, labyrinthe ou oreille interne, vu par la face externe.
C, » » » vu par la face interne.
(Figures réduites de moitié d'après Hasse.)

u, utricule.
ch, canal horizontal.
ca, canal vertical antérieur.
cp, canal vertical postérieur.
s, saccule.
l, rudiment de limaçon.
n, branches nerveuses.

Du tympan à la fenêtre ovale, s'étend au travers de la cavité de l'oreille moyenne des mammifères, une

chaîne de petits osselets, remplacée, dans l'oreille des oiseaux, des reptiles et de la grenouille, par une tige délicate, osseuse ou partiellement ossifiée, la *columelle* (fig. 22, A, *c*). L'une des extrémités de la columelle adhère au tympan, l'autre aboutit à une petite plaque qui bouche la fenêtre ovale. La columelle de la grenouille se compose de deux portions faisant entre elles un angle prononcé; la moitié en relation avec le tympan est cartilagineuse, l'autre est osseuse.

L'*oreille interne* a reçu le nom de *labyrinthe* à cause de la forme contournée des canaux dont elle se compose. Enchâssée dans l'épaisseur des parois latérales et postérieures du crâne, elle a des parois propres, de nature conjonctive, constituant ce que l'on nomme le *labyrinthe membraneux*.

Ce labyrinthe membraneux est entouré lui-même d'une enveloppe cartilagineuse ou osseuse, qui se moule sur lui et en reproduit souvent les principaux détails (*labyrinthe osseux*).

Le labyrinthe (fig. 22, B) comprend une chambre principale, confluent de tous les canaux, en rapport chez les mammifères, les oiseaux, les reptiles et la grenouille, avec l'oreille moyenne par la fenêtre ovale; c'est l'*utricule*, dans laquelle s'ouvrent, par leurs deux extrémités, trois tubes courbés en anses : les *canaux semi-circulaires*.

Deux de ces canaux sont verticaux, le troisième est horizontal. Ils offrent tous trois, à l'une de leurs origines, un renflement en ampoule.

D'autres petites poches secondaires s'ouvrent dans la chambre principale. L'une d'elles, encore très réduite chez la grenouille, s'allonge en tube chez les oiseaux et les reptiles, se contourne en hélice chez les mammifères, et prend alors le nom de *limaçon*.

Un liquide, l'endolymphe, remplit le labyrinthe membraneux et, chez tous les vertébrés, on y rencontre des *otolithes* (οὖς, oreille, λίθος, pierre), concrétions cristallines de carbonate de calcium, tantôt très fines, comme une poussière, tantôt relativement considérables, ainsi que cela s'observe chez beaucoup de poissons.

Les fibres du nerf auditif aboutissent dans le labyrinthe, en des points déterminés, à des cellules étroites, fusiformes, assez semblables aux éléments terminaux du nerf olfactif et surmontées de filaments déliés *(cils auditifs)* baignant dans l'endolymphe.

Le mécanisme de l'audition peut se résumer comme suit : les ondes sonores qui rencontrent le tympan mettent cette membrane en vibration. Ces vibrations tympaniques se transmettent au liquide du labyrinthe 1° d'une manière très intense par la chaîne des osselets (ou son équivalent : la columelle), dont l'extrémité s'appuie sur la fenêtre ovale; 2° d'une façon affaiblie par l'air qui remplit l'oreille moyenne. Enfin, dans le labyrinthe, les oscillations de l'endolymphe, résultant des actions mécaniques précitées, constituent l'excitant direct des terminaisons nerveuses.

§ 16.

VUE.

Si l'on pratique un petit orifice au volet qui ferme la fenêtre d'une chambre noire telle que celles qu'on utilise dans les cours de physique ou comme ateliers de photographie, les rayons lumineux traversant l'ouverture en question, vont peindre, sur le mur opposé, une image renversée des objets extérieurs.

Lorsqu'on munit l'ouverture du volet d'une lentille biconvexe, l'image augmente beaucoup en éclat et en netteté, pourvu que le mur ou l'écran blanc sur lequel on la reçoit soit placé à distance convenable.

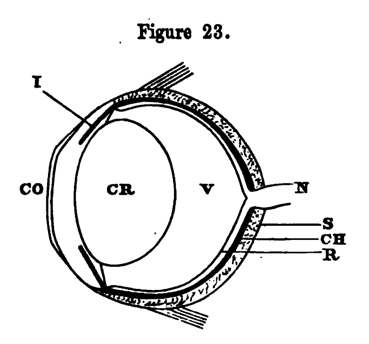
L'appareil dont se servent les photographes est basé exclusivement sur ce fait. C'est une boîte en bois, munie en avant d'une ouverture garnie d'une lentille que l'on peut faire avancer ou reculer, et offrant en arrière un écran en verre dépoli sur lequel on voit se peindre l'image du paysage ou de la personne qui pose. Le photographe modifie la distance de la lentille à l'écran, jusqu'à ce que l'image soit nette, puis il substitue à cet écran une plaque revêtue de substances chimiques rapidement altérables à la lumière et sur lesquelles celle-ci imprime son action.

L'œil des animaux est un véritable appareil photographique. Les noms seuls sont changés : l'orifice s'appelle *pupille*, la lentille *cristallin*, l'écran *rétine*.

Prenons l'œil de la grenouille (fig. 23) : l'organe est relativement volumineux. Si nous l'extrayons de l'*or-*

bite, c'est-à-dire de la cavité où il est logé, nous voyons que sa forme est presque sphérique, globuleuse; de là les noms de *globe* ou *bulbe oculaire*. L'œil a une charpente plus ou moins résistante, en forme de capsule, la *sclérotique*, offrant chez la grenouille une coloration d'un bleu ardoisé, et formée en majorité de cartilage. Cette capsule présente deux orifices, l'un petit, postérieur, tourné du côté du crâne. et par lequel pénètre le *nerf optique* ou nerf de la vision; l'autre antérieur, plus large, tourné vers la lumière et fermé, comme par un verre de montre, par une membrane à convexité variable suivant les animaux (même plane en son milieu chez la grenouille), parfaitement transparente, la *cornée* [1].

Figure 23.



COUPE DE L'OEIL DE LA GRENOUILLE.
(Gr. 5.) (d'apres nature.)

S, sclérotique.
CO, cornée.
I, iris.
CR, cristallin.
V, corps vitré.
CH, choroïde.
N, nerf optique.
R, rétine.

---

1. La convexité de la cornée varie beaucoup. On peut donner comme principe général qu'elle offre une assez forte courbure chez les animaux terrestres, tandis que sa courbure devient faible et sa région médiane presque plane chez les animaux aquatiques.

Si, après l'action, prolongée pendant quelques jours, des agents durcissants (alcool pur, solution d'acide chromique, etc.), nous coupons l'œil en deux, par un plan passant à la fois par le centre de la cornée et le point d'entrée du nerf optique, nous constatons ce qui suit :

En arrière de la cornée se trouve un voile membraneux, l'*iris*, percé d'un orifice central, la *pupille*[1]. Des fibres musculaires lisses contenues dans son épaisseur rendent cette membrane très contractile; ce qui amène des modifications dans le diamètre et la forme de la pupille : dans une demi-obscurité, la pupille est dilatée, fait qui a pour effet d'admettre dans l'œil un plus grand nombre de rayons lumineux; elle offre alors, chez la grenouille, un contour circulaire. Dans l'état de contraction qui s'observe, au contraire, sous l'influence d'un jour vif, la pupille du même animal est en forme de losange ou d'ellipse allongée.

L'iris est donc un diaphragme qui règle la quantité de lumière qui entre dans l'œil.

Derrière l'iris est placée la lentille, le *cristallin*. Sa convexité est très forte et sa forme se rapproche ici de celle d'une sphère, comme chez tous les animaux à habitudes aquatiques.

L'espace compris entre la cornée et le cristallin renferme l'*humeur aqueuse*, liquide incolore, se rap-

---

1. Vulgairement *prunelle*.

prochant beaucoup de l'eau pure par ses propriétés optiques.

Le reste de la cavité du globe oculaire est rempli par le *corps vitré*, masse transparente, d'aspect gélatineux, destinée surtout à soutenir les parois.

La face interne de ces parois nous offre encore à considérer la *choroïde* et la *rétine*. Au point de vue de l'ordre de superposition, la sclérotique ou charpente de l'œil est doublée au dedans par la choroïde; la choroïde est doublée elle-même par la rétine.

La *choroïde* est à proprement parler, la couche vasculaire de l'œil; c'est une couche de nature conjonctive, servant de soutien à un réseau vasculaire extrêmement riche.

La *rétine* est l'écran nerveux sur lequel vient se peindre, au fond de l'œil, l'image des objets extérieurs. Le nerf optique, après avoir traversé la sclérotique, puis la choroïde, s'étale littéralement, de façon à former une couche nerveuse tapissant le fond et les parties latérales de l'organe, jusque dans le voisinage du cristallin.

La texture histologique de la rétine est trop compliquée pour l'exposer ici, mais nous pouvons cependant donner quelques notions sommaires qui ne seront pas sans utilité.

La rétine offre deux surfaces : une interne en contact avec le corps vitré, une externe en contact avec la choroïde. C'est cette dernière qui est excitable par la lumière; de sorte que les rayons qui, après avoir tra-

versé le cristallin et le corps vitré, frappent la couche nerveuse, doivent encore traverser celle-ci pour aller influencer les éléments terminaux sur sa face opposée.

Ces éléments terminaux, très délicats, juxtaposés, tous perpendiculaires à la direction générale de la rétine, ont tous aussi leurs extrémités tournées du côté de la choroïde. Les uns sont en forme de petits prismes *(bâtonnets rétiniens)*; les autres, moins nombreux et distribués entre les précédents, sont en forme de quilles terminées en pointe *(cônes rétiniens)*.

Les extrémités des cônes et des bâtonnets sont en contact avec une couche de cellules pigmentaires à pigment foncé, revêtant donc toute la face externe de la rétine et remplissant l'office de la couche de matière colorante noire dont on enduit l'intérieur des instruments d'optique (microscopes, lunettes, etc.), afin d'éviter des réflexions nuisibles de rayons lumineux.

D'après tout ce que nous avons exposé touchant le système nerveux et les organes des sens, ce n'est pas la rétine qui *voit,* pas plus que ce n'est l'oreille qui entend ou la langue qui goûte les saveurs. Mais l'excitation produite par la lumière sur les cônes et les bâtonnets est transmise par le nerf optique à l'encéphale, et c'est là que se fait le travail de perception. Une expérience décisive suffit à le prouver : la section des nerfs optiques rend l'animal aveugle. Nous avons tenu à insister sur ceci, parce qu'il règne en général, à cet égard, des idées très fausses.

La rétine examinée sur le cadavre est incolore; mais

si l'on emploie certaines précautions, si l'on observe, immédiatement après la mort, la rétine d'un animal maintenu au préalable, pendant quelque temps, dans l'obscurité et décapité également à l'abri de la lumière, on constate que la rétine est *rouge*. La rétine de la grenouille, par exemple, est d'un rouge vif. Cette coloration est due à ce fait que la portion terminale ou externe des bâtonnets renferme un pigment rouge isolable par certains dissolvants et auquel on a donné le nom de *pourpre rétinienne* ou *érythropsine*.

La pourpre rétinienne disparaît assez rapidement sous l'influence de la lumière, même chez l'animal vivant, et se régénère dans l'obscurité. On s'est beaucoup occupé de cette question dans ces derniers temps, et c'est ce qui nous a engagé à ne pas la passer entièrement sous silence.

L'œil est protégé contre une trop vive lumière ou le contact de corps étrangers par les paupières. Il est, de plus, mis en mouvement par des muscles s'insérant d'un côté sur la sclérotique et de l'autre sur la paroi de l'orbite. Nous ne décrirons pas ces parties qui offrent moins d'intérêt que le globe oculaire lui-même et dont l'analyse occuperait une place que nous pouvons mieux consacrer à l'exposé de faits importants.

§ 17.

INDICATIONS TOPOGRAPHIQUES PRÉALABLES CONCERNANT LES ORGANES DE LA VIE VÉGÉTATIVE

L'animal tué par un des procédés indiqués plus haut est fixé, sur le dos, par les quatre membres. La peau est

fendue comme pour commencer à écorcher (page 45). On ouvre ensuite, avec les ciseaux, la cavité du tronc, depuis l'angle entre les cuisses jusqu'au menton. On enlève le sternum et toute la moitié sternale de la ceinture scapulaire, par deux coups de ciseaux un peu en dedans des aisselles. On rabat et fixe à droite et à gauche, à l'aide d'épingles, les muscles de la paroi abdominale.

Les viscères, laissés en place, se présentent avec la disposition relative suivante : sur la ligne médiane, dans la région que recouvrait le sternum, le *cœur* qui, en général, bat encore [1]. Toujours sur la ligne médiane et un peu en arrière de la pointe du cœur, une vésicule sphérique verte, de la grosseur d'un tout petit pois, la *vésicule biliaire,* puis, quelques millimètres plus bas, une petite sphère rouge, la *rate.* Enfin, plus en arrière encore, la cavité abdominale est remplie par les replis tortueux d'un canal, l'*intestin moyen.*

A droite et à gauche de la vésicule biliaire, deux masses charnues, lisses, volumineuses, d'un rouge brunâtre : c'est le *foie.*

Plus en dehors, à droite et à gauche du foie et du cœur, deux sacs membraneux, ovales, pleins d'air, à

1. L'anatomiste débutant ne doit pas croire, à l'aspect de ces mouvements du cœur, qu'il commet une cruauté et qu'il dissèque un animal vivant. La grenouille est bien morte ; mais, chez les batraciens, comme nous l'expliquerons plus tard, les mouvements du cœur persistent remarquablement longtemps (voyez § 20).



parois garnies de nombreuses boursouflures, les *poumons*. Enfin, s'il s'agit d'une femelle, les parties latérales de l'abdomen sont souvent remplies et même distendues par deux paquets considérables de petits grains noirs tachetés de blanc. Ce sont les ovaires, et les grains sont des *œufs*.

Cela suffit pour le moment. Nous ne parlons pas d'une foule d'organes que nous allons apprendre à reconnaître. Cette première topographie est presque indispensable, et nous avons personnellement vu des étudiants, il est vrai peu attentifs aux explications, commettre, à propos des viscères de la grenouille, des bévues franchement ridicules.

§ 18.

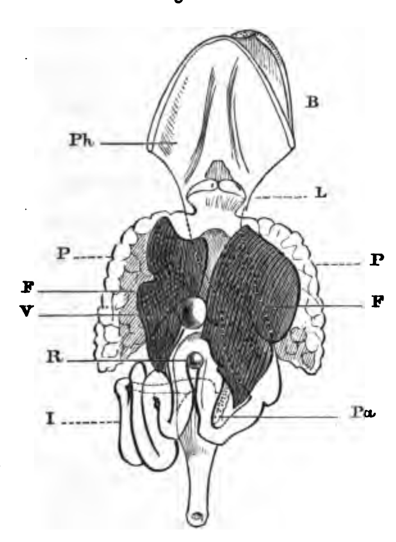
APPAREIL DIGESTIF.

Enlever le cœur. Laisser en place les poumons, le foie, la vésicule biliaire et le reste (fig. 24).

L'appareil digestif se compose, en thèse générale, d'une cavité (sac ou tube) destinée à recevoir des matières alimentaires et dans laquelle ces matières subissent des actions mécaniques et chimiques telles qu'une grande partie des substances organiques et minérales dont elles se composent deviennent assimilables. L'orifice d'entrée de la cavité digestive est l'*orifice buccal*. S'il existe, comme chez tous les vertébrés et beaucoup d'autres animaux, un second orifice distinct pour la sortie des résidus de la digestion, il prend le nom d'*anus*.

L'appareil digestif de la grenouille est un tube offrant, suivant sa longueur, des diamètres très divers. Comme il est plus long que la ligne droite menée de la bouche

Figure 24.



TUBE DIGESTIF DE LA GRENOUILLE,
vu par la face ventrale, les divers organes étant en place (d'après nature).
(Grandeur naturelle.)
Les lignes pointillées indiquent le trajet du canal là où il est recouvert.

B,	bouche.	P,	poumons.	R,	rate.
P*h*,	pharynx.	F,	foie.	P*a*,	pancréas.
L,	larynx.	V,	vésicule biliaire.	I,	intestin moyen.

à l'anus, il se replie un certain nombre de fois sur lui-même. Ces replis sont les *circonvolutions intestinales* (fig. 24, I).

En essayant avec précaution de dérouler ou mieux de déplier le tube digestif, on constate qu'il est relié à la colonne vertébrale par une membrane transparente, délicate, le *mésentère* (μέσος, milieu, ἔντερον, intestin).

Un mot d'explication sera utile, car il ne s'agit pas ici d'un détail oiseux : la cavité abdominale des vertébrés est tapissée en dedans par une membrane de nature conjonctive, le *péritoine* (περὶ, autour, τείνειν, étendre). Cette membrane, à la hauteur de la colonne vertébrale, s'écarte de la face inférieure des vertèbres pour former un grand pli dans lequel est logé le tube intestinal (fig. 25). Entre le tube en question et la co-

Figure 25.

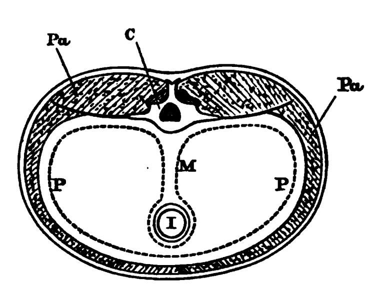
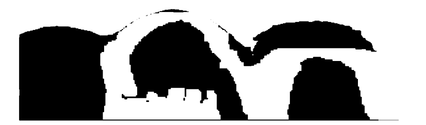


FIGURE THÉORIQUE DE LA DISPOSITION DU PÉRITOINE ET DU MÉSENTÈRE.

C, colonne vertébrale.
Pa, paroi abdominale.
P, péritoine représenté par une ligne pointillée.
M, mésenthère.
I, coupe du tube digestif.

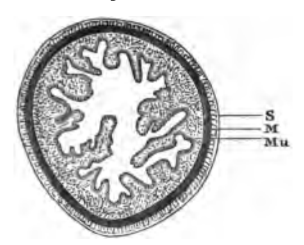
lonne vertébrale, les deux feuillets du péritoine, intimement accolés, constituent le *mésentère.* Celui-ci



loge, dans son épaisseur et soutient, par conséquent, les vaisseaux sanguins ou lymphatiques[1] qui portent aux intestins du sang artériel ou en ramènent soit du sang veineux, soit du chyle[2].

Un mot, aussi, sur la constitution générale des parois du canal digestif. Une coupe transversale montre, de dehors en dedans, la succession des couches suivantes (fig. 26) : 1° une *tunique séreuse* formée par le péritoine ; 2° une *tunique musculaire* destinée à donner aux parois leur contractilité. Elle est formée dans presque toute la longueur du canal de fibres lisses. Ces fibres n'appartiennent à la catégorie striée que vers l'origine du tube. 3° une *muqueuse*. Nous définirons ici ce qu'on nomme muqueuse : de même que la surface du corps est recou-

Figure 26.



COUPE TRANSVERSALE DE L'INTESTIN MOYEN DE LA GRENOUILLE.
Gr. 10 (d'après nature).

S, séreuse.

M, musculaire composée de deux couches, la plus externe de fibres longitudinales, l'interne de fibres circulaires.

Mu, muqueuse formant un grand nombre de plis revêtus par l'épithélium.

1. Voir *appareil circulatoire, lymphe,* § 21 de ce chapitre.

2. Le péritoine enveloppe et fixe bien d'autres organes que le tube digestif proprement dit : les organes reproducteurs, par exemple ; mais nous ne pouvons nous étendre sur ce sujet.

verte par la peau, les organes ou appareils internes creux en rapport avec l'extérieur par les orifices naturels, comme l'appareil digestif, par exemple, sont tapissés au dedans par une sorte de peau intérieure. On désigne généralement ces revêtements internes sous le nom de muqueuses. Les muqueuses comprennent, comme la peau, une couche fondamentale conjonctive, vasculaire, riche en nerfs et logeant de nombreuses glandes (on peut l'appeler derme des muqueuses), en outre, une couche superficielle cellulaire, jouant, en partie, le rôle d'épiderme, c'est la couche épithéliale ou l'*épithélium de la muqueuse.*

La muqueuse du tube digestif est creusée, dans toute la longueur du canal, de glandes innombrables dans lesquelles l'épithélium s'infléchit de façon à passer à différentes variétés de cellules à sécrétion. Les liquides sécrétés ont les uns, comme rôle, une action chimique directe sur les aliments (suc gastrique, suc intestinal), les autres n'ont probablement d'autre but que de favoriser le glissement des substances contenues dans le canal.

L'appareil digestif se divise en quatre parties principales : 1° la *bouche,* 2° l'*intestin buccal,* 3° l'*intestin moyen,* caractérisé par ce fait que deux volumineuses glandes annexes, le foie et le pancréas, y déversent leurs produits, 4° l'*intestin terminal.*

La bouche de la grenouille est large, ainsi que chez la plupart des animaux insectivores. On y remarque les *dents,* qui garnissent la mâchoire supérieure seulement

et qui, en raison de leur forme pointue, ne peuvent servir qu'à retenir la proie et non à la diviser, comme le font les dents de l'homme, du chien, du cheval, etc.; la *langue* que nous avons déjà décrite ; la voûte du palais ou *voûte palatine ;* les orifices postérieurs des fosses nasales, les orifices des trompes d'Eustache.

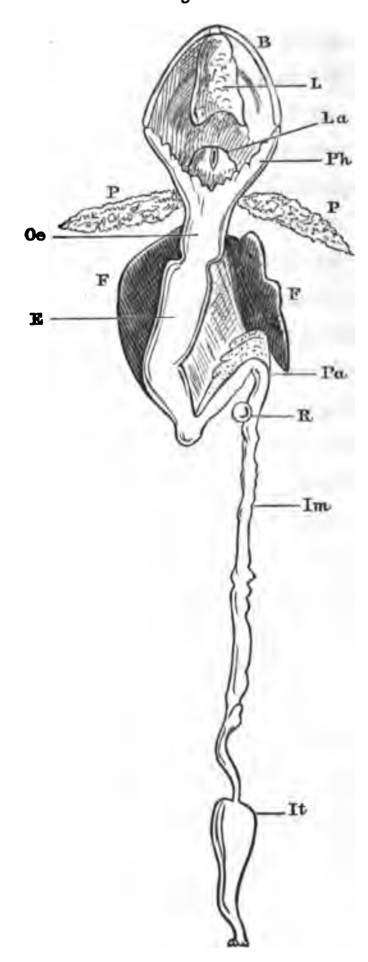
Dans la bouche des vertébrés plus élevés, mammifères, oiseaux et même reptiles, s'ouvrent les conduits de glandes assez volumineuses, placées au pourtour des mâchoires, les *glandes salivaires,* dont la sécrétion, la *salive,* a, au moins chez les mammifères, une action chimique directe sur les aliments féculents qu'elle transforme en *glucose* (c'est-à-dire en sucre de raisin). La grenouille, pas plus que les poissons, n'a de glandes salivaires.

L'étude pratique de ce qui suit, nécessite un pas de plus dans la dissection : on détache la mâchoire inférieure, en la coupant près de son articulation. On divise avec les ciseaux les attaches du mésentère, en respectant toutefois, comme sur la fig. 27, la portion de membrane qui relie l'estomac à la première partie de l'intestin. On place une ligature de fil sur l'extrémité terminale du tube digestif, pour prévenir l'écoulement des matières, on achève l'extraction du tube de la cavité abdominale et on l'examine par sa face *dorsale.*

L'*intestin buccal* ou *antérieur* comprend trois portions successives : le *pharynx,* l'*œsophage* et l'*estomac* (fig. 27, o*e*, E).

Le *pharynx,* ou arrière-bouche de la grenouille, est

Figure 27.



TUBE DIGESTIF DE LA GRENOUILLE, vu par la face dorsale et déroulé. D'après nature (grandeur naturelle).

B, bouche. — L, langue. — L*a*, larynx. — P*h*, pharynx. — P, poumons affaissés. — O*e*, œsophage. — E, estomac. — F, foie. — P*a*, pancréas. — R, rate. — I*m*, intestin moyen. — I*t*, intestin terminal.

un large entonnoir; sa muqueuse, ainsi que celle de l'œsophage, est revêtue d'un épithélium vibratile. Ouvert longitudinalement, il montre, sur la paroi inférieure, au milieu d'une assez forte saillie, une fente longitudinale, l'*orifice du larynx,* ou orifice de l'appareil respiratoire (fig. 27, LA).

L'*œsophage,* assez court, cylindrique, très large, un peu oblique vers la gauche, n'est séparé de l'estomac que par un léger rétrécissement. Cette largeur de l'œsophage se remarque chez tous les animaux qui avalent leur proie sans la mâcher.

La muqueuse œsophagienne offre des plis longitudinaux. D'après Swiecicki [1], elle loge de nombreuses glandules tubuleuses sécrétant un liquide renfermant de la *pepsine* ou un principe très voisin. La pepsine est un ferment soluble possédant la propriété remarquable, en présence d'un acide étendu (ac. chlorhydrique), de transformer les albuminoïdes en substances solubles et assimilables, les *peptones.*

Chez la grenouille, l'acide nécessaire à l'action de la pepsine est sécrété plus loin.

L'*estomac* (fig. 27, E) n'affecte pas la forme de vaste poche arrondie et la position transversale qu'il offre chez la plupart des mammifères. C'est un tube à peu

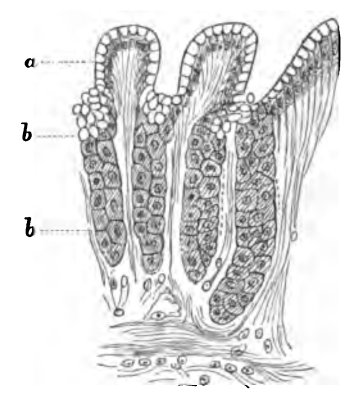
1. *Untersuchung über die Bildung und Ausscheidung des Pepsins bei den Batrachiern.* (Arch. f. d. ges. Phys. XIII, p. 444. 1876.) Les observations de Swiecicki ont été récemment confirmées en 1879 par les travaux de J.-N. Langley.

près cylindrique, coudé seulement vers sa terminaison et presque parallèle à l'axe du corps.

On appelle *cardia* (καρδία, cœur, c'est-à-dire voisin du cœur), l'orifice œsophagien de l'estomac, et *pylore* (πύλη, porte, οὖρος, gardien), son orifice intestinal. Le pylore est ici très étroit.

La muqueuse de l'estomac de la grenouille forme aussi des plis longitudinaux, mais moins accusés que ceux de l'œsophage. Assez épaisse, elle loge un grand nombre de

Figure 28.



COUPE DE LA MUQUEUSE STOMACALE DE LA GRENOUILLE.
(Réduit de moitié d'après une figure de Ranvier, au grossissement de 250.)

a, épithélium de cellules caliciformes.
bb, glandules tubuleuses.

glandules en forme de culs de sacs (fig. 28). L'épithélium stomacal y pénètre, les revêt intérieurement, s'y modifie, et y manifeste une activité spéciale par la

sécrétion d'un liquide *acide* qui, mélangé au liquide peptique indiqué pour l'œsophage, constitue le *suc gastrique,* suc déterminant, dans l'estomac, la digestion de la chair musculaire et des autres albuminoïdes.

Il semble donc y avoir chez la grenouille, au point de vue de la sécrétion des principes constituant le suc gastrique, une subdivision du travail physiologique beaucoup plus marquée que chez les vertébrés supérieurs[1].

La digestion stomacale est très lente chez la grenouille; elle peut s'effectuer à la température de 0°, tandis que chez les animaux à température constante (vulgairement à sang chaud), les mammifères, par exemple, elle exige environ 38° pour être active.

L'*intestin moyen* (fig. 27, I*m*), qu'en raison de son diamètre souvent plus faible que celui du reste du canal, on appelle fréquemment *intestin grêle*, est la plus longue portion du tube digestif de la grenouille. Il forme plusieurs anses. Le long de la première partie

---

1. Chez les mammifères, par exemple, les constituants essentiels du suc gastrique, la pepsine et l'acide chlorhydrique, ne sont pas sécrétés en deux points distincts du canal alimentaire, mais dans l'estomac seulement. Les glandes tubulaires qui produisent ce suc, renferment deux espèces de cellules; les unes ne sont en quelque sorte que le prolongement de l'épithélium cylindrique de l'estomac, les autres, granuleuses, arrondies, occupent les parties profondes du tube glandulaire. Il semble résulter de recherches récentes que ces deux formes de cellules n'ont pas la même fonction : les unes sécréteraient la pepsine, les autres l'acide. La question n'est pas résolue; mais ce qui parait évident, c'est que les deux sécrétions ne sont pas absolument simultanées,



ascendante, entre elle et l'estomac, se trouve placée une glande allongée, d'un rose jaunâtre, ressemblant, à l'œil nu, à de la graisse, c'est le *pancréas*. Entre la première branche et la seconde, s'observe un petit corps sphérique rouge, la *rate*, dont nous reparlerons à propos de l'appareil circulatoire.

La muqueuse de l'intestin moyen présente des plis multiples, circonscrivant des dépressions ou fossettes que l'on doit considérer comme représentant les analogues des glandes intestinales tubulaires des vertébrés plus élevés.

Le suc intestinal des vertébrés est alcalin. Entre autres propriétés, il paraît renfermer un *ferment inversif* qui, d'après Claude Bernard, joue un rôle dans la digestion des substances hydrocarbonées, transformant le sucre de canne, matière inerte pour l'économie, en sucre interverti assimilable[1]. Le suc intestinal de la grenouille possède cette propriété, mais ce sont les produits de deux glandes annexes volumineuses, la *bile* sécrétée par le foie, le *suc pancréatique* sécrété par le pancréas, qui déterminent la digestion intestinale principale.

FOIE. Un foie véritable et sa sécrétion caractéristique, la bile, n'existent que chez les animaux possédant un sang chargé de globules rouges et circulant dans un système vasculaire clos, c'est-à-dire chez les *vertébrés*.

---

1. **Mélange de Dextrose (sucre de raisin) et de Levulose (sucre de fruits incristallisable).**



Une glande *biliaire* manque absolument dans tous les autres groupes d'animaux [1].

Le foie est la plus volumineuse glande du corps; il se compose, chez la grenouille, de deux lobes inégaux, le lobe gauche étant le plus considérable (fig. 24 et 27 F).

Contrairement à ce qui s'observe pour les autres organes glandulaires, il ne reçoit relativement que peu de sang artériel, tandis qu'il y passe une énorme quantité de sang veineux [2]. Pour bien comprendre son rôle dans l'économie, il faut se pénétrer de ce fait que le foie a simultanément *deux* fonctions très distinctes, la *fonction glycogénique* et la *sécrétion de la bile*. Nous parlerons d'abord de la première.

La *fonction glycogénique*, qui a été découverte par un des plus grands physiologistes français de ce siècle, Claude Bernard [3], consiste dans la production, au sein du foie, d'une substance de l'ordre des fécules et sa transformation en sucre déversé dans le sang qui sort de l'organe.

Voici brièvement ce qui se passe : aux dépens des éléments que lui apporte le sang veineux qui revient du tube digestif, le foie produit dans ses cellules du *glyco-*

---

1. Telle est l'opinion émise par M. Hoppe Seyler, le savant professeur de chimie physiologique de l'université de Strasbourg. C'est aussi la nôtre; elle est basée sur de nombreuses recherches expérimentales faites par MM. Hoppe Seyler, Krukenberg, Jousset de Bellesme, Fredericq et nous-même sur la digestion chez les animaux invertébrés.

2. Voir *appareil circulatoire*, § 19 de ce chapitre.

3. Mort le 10 février 1878.



gène, matière si voisine des fécules végétales qu'on a pu lui appliquer le nom d'amidon animal. Les cellules renferment, de plus, un ferment qui transforme régulièrement et constamment le glycogène en glucose. Ce sucre du foie passe dans le sang qui quitte la glande, et est chassé, par le cœur, d'abord à l'appareil respiratoire (poumons), où il se combure en partie; ensuite dans le reste du réseau des vaisseaux sanguins artériels, où il achève de se détruire. Ainsi, en résumé, c'est pour brûler, pour entretenir de la chaleur, que se forme le sucre dans l'économie, et le grand centre de sa production est le foie.

Chez la grenouille, la fonction glycogénique subit de véritables oscillations. Vers l'automne, l'animal a accumulé dans le foie du glycogène en abondance. Pendant l'hiver, il ne prend pas de nourriture, il vit de sa propre substance et consomme ce glycogène qui passant à l'état de sucre dans le sang est détruit par oxydation, comme nous l'avons indiqué plus haut. Aussi, au printemps, quand la grenouille reprend sa vie active, le foie ne renferme-t-il presque plus de glycogène.

Sécrétion de la bile. Le foie sécrète un liquide spécial, la *bile* (ou *fiel*), liquide assez fortement coloré, de couleur verte chez la grenouille, d'une saveur amère et à composition très complexe. On y trouve des acides particuliers, les *acides biliaires,* unis à la soude[1], et des matières colorantes, *bilirubine* et *biliverdine,*

1. Parfois à la potasse comme chez les tortues, les poissons.

comme principes caractéristiques, à côté d'autres substances moins importantes. La biliverdine domine chez les animaux à bile verte, comme la grenouille.

La bile est un des principaux agents de l'absorption des matières grasses. En effet, elle a entre autres propriétés celles 1° de dissoudre de légères quantités de corps gras, 2° de les émulsionner (à un moindre degré que le liquide pancréatique), c'est-à-dire de les amener à un état de division excessif sous forme de globules très ténus flottant dans le liquide biliaire, 3° de favoriser le passage des graisses au travers des tuniques intestinales. On s'est assuré expérimentalement que les graisses émulsionnées ou non passent plus facilement au travers des parois de l'intestin, lorsque celles-ci sont imprégnées de bile, que lorsqu'elles sont seulement imbibées d'eau pure.

La bile ne s'écoule pas directement dans l'intestin; elle s'emmagasine d'abord dans une vésicule de dépôt, la *vésicule biliaire,* que nous avons signalée (fig. 24, v). La bile colore fortement le contenu de l'intestin; de là la couleur brune ou jaune des excréments des mammifères, la teinte verte de ceux de la grenouille, etc.

PANCRÉAS. Le pancréas sécrète un liquide d'une puissance digestive très grande. Le *suc pancréatique* est incolore, visqueux, franchement alcalin, émulsionnant les graisses bien plus complètement que la bile. Il renferme trois ferments distincts : le premier transforme les matières féculentes en sucre; le second, qui a reçu le nom de *trypsine,* amène la transformation des

albuminoïdes en peptones et, par conséquent, leur solution; le troisième dédouble les graisses en leurs principes constituants, les acides gras et la glycérine.

C'est, en somme, grâce aux liquides pancréatique, biliaire et intestinal, que se trouve complétée, dans l'intestin moyen, la digestion commencée dans la bouche (s'il existe des glandes salivaires) et dans l'estomac. Les phénomènes dont l'intestin moyen est le siège sont donc d'une grande importance, et il faut débarrasser son esprit de cette idée fausse propre aux gens du monde que l'estomac est le seul organe où s'opère la digestion.

Les substances dissoutes ou émulsionnées par les agents digestifs traversent les parois du canal alimentaire pour pénétrer dans l'organisme par deux voies : les vaisseaux sanguins et un groupe de vaisseaux lymphatiques appelés *chylifères*. Nous reparlerons de cette absorption plus tard.

INTESTIN TERMINAL (fig. 27, *it*). Il reçoit souvent le nom de gros intestin. Il est, chez la grenouille, notablement plus large que l'intestin moyen, mais fort court. L'intestin terminal n'aboutit à la surface du corps par un orifice anal spécial que chez une partie des vertébrés; chez les autres, et la grenouille est du nombre, il s'ouvre dans une chambre commune, ou *cloaque*, où débouchent aussi les organes génitaux et urinaires. L'orifice cloacal est alors une ouverture commune à trois appareils. Nous reviendrons sur ce fait à propos des organes sécrétoires.

Aucune action chimique n'a plus lieu sur les aliments

dans l'intestin terminal. Les substances qui ont résisté au travail de la digestion, mêlées de bile et d'autres produits de sécrétion, s'y accumulent sous forme d'excréments et sont finalement expulsées sous l'influence des contractions de la couche musculaire des parois et des muscles de l'abdomen[1].

§ 19.

APPAREIL CIRCULATOIRE, SANG.

L'oxygène et les substances plastiques nécessaires à l'entretien de l'activité physiologique des tissus, sont constamment apportés à ceux-ci par le *sang* artériel qui les traverse en cheminant dans des canaux excessivement étroits et à parois très minces : les *capillaires*. Une portion du sang continue directement son trajet et, après s'être chargée d'acide carbonique, sort des tissus à l'état de sang veineux; mais une seconde portion transsude à travers les parois des capillaires et, après s'être modifiée aussi par le travail assimilateur, sort des tissus sous l'aspect d'un liquide incolore, la *lymphe*.

Deux liquides distincts, mais dérivés l'un de l'autre et voisins par la composition, le sang et la lymphe, circulent donc sans cesse dans l'organisme. Leur déplace-

1. Le tube digestif de la grenouille, surtout dans l'intestin terminal, est habité par des parasites, parmi lesquels des infusoires intéressants dont nous entretiendrons le lecteur à propos des Protozoaires. (Chapitre XII, § 3.)



ment a lieu sous l'action d'organes propulseurs auxquels on donne le nom de *cœurs*.

Chez les mammifères, il n'y a qu'un cœur, le *cœur sanguin*, et le mécanisme de la circulation est tel que ce cœur unique suffit pour déterminer à la fois les déplacements du sang et de la lymphe. Chez les vertébrés inférieurs, entre autres la grenouille, il existe en outre des *cœurs lymphatiques*.

Le phénomène important de la circulation du sang, entrevu par plusieurs anatomistes anciens, ne fut réellement mis dans tout son jour qu'au XVIIe siècle, par William Harvey, médecin de Jacques Ier, roi d'Angleterre. Aujourd'hui que nous avons à notre disposition un instrument précieux, le microscope, rien n'est si facile que d'assister au merveilleux spectacle de la circulation.

Vers l'un des angles d'une plaque de liège rectangulaire, à surface suffisante pour supporter une grenouille étendue, on taille une petite fenêtre carrée ou circulaire d'un centimètre de largeur. On emmaillotte la grenouille dans un morceau de linge, en ne laissant libre qu'une seule des pattes postérieures. L'animal étant fixé solidement sur la plaque à l'aide d'épingles enfoncées dans son maillot, on étend la patte libre, on écarte les orteils et on les fixe par quelques épingles fines, de manière qu'une des membranes interdigitales soit tendue audessus de la fenêtre percée dans le liège. On examine ensuite au microscope la membrane en question, éclairée par dessous comme une préparation ordinaire, après

y avoir déposé, au préalable, une goutte d'eau recouverte d'une lamelle de verre mince.

La figure 29, A, donne une idée du phénomène : la peau (derme) est traversée par de nombreux petits canaux dans lesquels coule avec rapidité un liquide char-

Figure 29.

A. Circulation dans la membrane interdigitale de la grenouille. Gr. 250. (D'après nature.)
B. Globules rouges. Gr. 500. (D'après Ranvier.)
C. Globules blancs. Gr. 500. (Id.)

riant d'innombrables globules elliptiques. Les canaux sont des *vaisseaux;* le liquide et les globules qu'il contient constituent le *sang.*

Le sang des vertébrés observé sous une épaisseur suffisante[1] est rouge. Sa teinte varie du rouge vermeil au rouge foncé, suivant la région de l'appareil circulatoire où on l'examine. Il se compose d'un liquide, le *plasma*, tenant en suspension de nombreux éléments figurés de deux natures : les *globules rouges* et les *globules blancs*.

Le *plasma* est un liquide alcalin, plus ou moins jaunâtre, riche en matières albuminoïdes. Il constitue le véhicule des substances nutritives destinées à l'entretien des tissus.

Les *globules rouges* (fig. 29, B) *(hématies, globules hématiques),* pris isolément, sont en réalité très peu colorés, ce qui tient à leurs petites dimensions. Ils donnent lieu à la coloration rouge du sang par leur accumulation en nombre énorme, même dans de faibles quantités de ce liquide.

Ce sont de petits corps aplatis, mous et élastiques, qui, chez les mammifères, paraissent privés de noyau, sont excavés sur leurs deux faces comme des lentilles biconcaves et offrent, en général, un contour circulaire. Chez les oiseaux, les reptiles, les *batraciens* et la plupart des poissons, leur aspect est très différent; le contour est elliptique et il existe un noyau bien distinct.

Les plus petits globules rouges s'observent chez les

---

1. Ce qui n'est pas le cas dans l'observation de la membrane interdigitale de la grenouille.

mammifères (homme 7μ,5, *Tragulus Javanicus* 2μ,5); les plus gros chez les batraciens (grand axe) (grenouille 22μ,5, protée 63μ,5, amphiume 70,μ[1].)

La matière colorante rouge qui imprègne les globules sanguins est l'*hémoglobine,* substance spéciale voisine des albuminoïdes, renfermant du fer et formant avec l'oxygène une combinaison lâche, peu stable, l'*oxy-hémoglobine*. Celle-ci cède facilement son oxygène sous l'influence d'une diminution de pression, de corps réducteurs, etc. Grâce à cette propriété, les globules rouges se chargent d'oxygène au contact de l'air, pendant leur passage à travers l'appareil respiratoire; puis, entraînés par la circulation, transportent cet agent dans toutes les parties du corps. Ainsi, dans le sang des vertébrés, tandis que le plasma est le véhicule des substances nutritives, les globules rouges sont des véhicules d'oxygène.

Les *globules blancs* (*leucocytes, cellules de la lymphe,* fig. 29, c) ne sont point exclusivement propres au sang; on les rencontre en quantité dans la lymphe et dans d'autres liquides de l'organisme. Dans le sang, leur nombre est beaucoup moins considérable que celui des globules hématiques. Ce sont de petites masses nucléées de protoplasme granuleux, contractées et sphériques dans le sang ou la lymphe en mouvement; mais qui, dans ces liquides au repos, changent continuellement

1. Le signe μ (micromillimètre) a été adopté en histologie pour indiquer le millième de millimètre, ainsi 7μ, 5 signifie 0^{mm},0075.



de forme en émettant lentement, en différents points de leur surface, des expansions de protoplasme comparables aux pseudopodes de certains protozoaires (amibes, etc.).

D'après une opinion généralement accréditée, mais qui demande à être appuyée de nouvelles preuves, les globules blancs se transformeraient ultérieurement en globules rouges.

Retiré des vaisseaux, le sang ne tarde pas à se *coaguler*, à former une masse demi-solide. Ce phénomène très complexe n'est guère susceptible d'analyse dans un ouvrage élémentaire. Qu'il nous suffise de dire qu'il se produit, dans le plasma, une substance albuminoïde, la *fibrine*, qui se prend en une sorte de gelée à texture fibreuse et emprisonne les globules en donnant lieu à un caillot rouge, tandis que la partie restée fluide du plasma se sépare en constituant un liquide incolore, le *sérum*.

§ 20.

COEUR SANGUIN. CIRCULATION DU SANG.

L'organe propulseur du sang le plus simple, serait un vaisseau dont la paroi musculaire offrirait, à intervalles réguliers, des contractions cheminant graduellement d'une extrémité jusqu'à l'autre; à peu près comme, lorsque serrant entre les doigts un tube de caoutchouc, nous faisons glisser la main le long de ce tube.

Tel est, avec quelques modifications, l'organe qui met le sang en mouvement chez les insectes et bien d'autres

animaux. Mais on observe souvent une localisation beaucoup plus marquée; la portion fortement contractile de l'appareil circulatoire, le *cœur,* prend la forme d'une poche à parois musculaires, située au confluent d'une série de vaisseaux dont les uns, appelés *veines*[1], amènent le sang des tissus vers le cœur, et dont les autres, nommés *artères,* renferment le sang chassé du cœur vers les tissus.

De petits replis des parois garnissant les orifices cardiaques des vaisseaux et ne pouvant se rabattre que dans des directions déterminées et constantes, les *valvules,* font fonction de soupapes et obligent le sang qui traverse le cœur à suivre constamment la même route.

Le cœur des vertébrés est, de plus, partagé par des cloisons en plusieurs parties à fonctions distinctes. Chez la grenouille, le cœur situé, comme nous l'avons vu, derrière le sternum, est ovoïde et coupé transversalement par un sillon qui le divise en deux moitiés : une antérieure globuleuse et une postérieure conique.

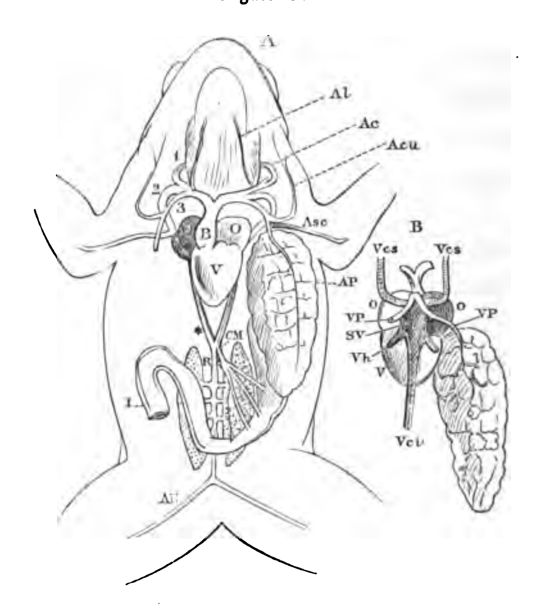
L'antérieure, à parois relativement minces, est divisée au dedans par une cloison longitudinale. Les deux po-

---

1. Ce n'est pas la nature du sang qui circule dans un vaisseau qui détermine le nom de ce dernier, mais la direction que suit le liquide. Ainsi, des veines, comme les veines pulmonaires, renferment du sang artériel. Il est donc important de retenir qu'une veine est un vaisseau où le cours du sang est centripète et une artère un vaisseau où le cours du sang est centrifuge, *quelles que soient les qualités de ce sang.*



Figure 30.



APPAREIL CIRCULATOIRE DE LA GRENOUILLE.

A, cœur vu par la face ventrale et systèmo artériel ; — oo, oreillettes ; — v, ventricule ; — b, bulbe aortique ; — 1, 1re branche ; — 2, 2e branche ou arc aortique ; — 3, 3e branche ou cutanéo pulmonaire ; — *al*, artère linguale ; — *ac*, artère carotide ; — ap, artère pulmonaire ; — *acu*, artère cutanée ; — *asc*, artère sous-clavière ; — *, confluent des deux arcs aortiques ; — cm, artère cœliaco-mésentérique pour le tube digestif ; — i, anse intestinale ; — r, artères rénales ; — *ail*, artère iliaque.

B, cœur vu par la face dorsale et troncs veineux qui y aboutissent ; — oo, oreillettes ; — v, ventricule ; — v*cs*, veines caves supérieures ou antérieures ; — v*ci*, veine cave inférieure ou postérieure ; — v*h*, veines hépatiques ramenant le sang du foie ; — vp, veines pulmonaires ; — sv, sinus veineux.



ches que sépare ainsi cette cloison, sont les *oreillettes*. Il existe donc une oreillette droite et une oreillette gauche (fig. 30, oo).

La portion postérieure, à parois musculaires épaisses et à cavité unique, est le *ventricule* (fig. 30, v).

Les deux oreillettes communiquent avec le ventricule et des replis valvulaires situés aux orifices ne permettent la marche du sang que des cavités auriculaires vers la cavité ventriculaire.

Dans l'oreillette droite aboutit, par un large et court canal à parois contractiles, nommé *sinus veineux* (fig. 30, B, sv), l'ensemble des grosses veines du corps lui amenant le sang veineux de la tête, des membres et du tronc, ainsi que celui qui revient du tube digestif après avoir passé par le foie. L'oreillette droite est donc veineuse.

Dans l'oreillette gauche s'ouvrent deux veines amenant le sang artérialisé par le contact de l'air dans les poumons. L'oreillette gauche est, par suite, artérielle.

Des oreillettes, le sang passe dans le ventricule chargé, en se contractant, de chasser les deux sangs, artériel et veineux, vers les organes.

Un seul tronc, mais large, contractile, partagé intérieurement en deux canaux par une cloison longitudinale incomplète, est destiné à la sortie du sang. Il porte le nom de *bulbe aortique* et naît du ventricule sur sa face inférieure, non loin du sillon et vers la droite (fig. 30, A, B). Le bulbe aortique se divise bientôt en deux

branches dont nous décrirons la structure et les subdivisions plus bas.

La période de contraction des parois du cœur prend le nom de *systole* (συστέλλω, resserrer); la période de relâchement est la *diastole* (διαστέλλω, dilater). Les contractions sont rythmiques, c'est-à-dire ont lieu à intervalles égaux.

Sur un cœur de grenouille vivante, mis à nu par l'ablation du sternum et la suppression d'une enveloppe membraneuse mince, le *péricarde,* qui l'entoure, on peut constater que la contraction n'est pas simultanée dans toutes les parties; mais que, comme dans le cœur tubulaire dont nous avons parlé précédemment, elle constitue une véritable onde progressant dans un sens déterminé, commençant ici au sinus veineux pour se terminer par le bulbe aortique.

On observe, en effet, la succession suivante :

1° Contraction du sinus veineux;

2° Systole simultanée des deux oreillettes, suivie presque immédiatement de :

3° La systole du ventricule (pendant la systole, le ventricule devient pâle, conique, et sa pointe se porte en avant);

4° Une faible contraction du bulbe aortique succédant à la systole énergique du ventricule;

5° Une pose, précédant une nouvelle contraction, et ainsi de suite.

De nombreuses causes que nous ne pouvons énumérer ici modifient le nombre des pulsations dans un temps

donné, leur forme, etc. Le nombre des battements du cœur, par minute, varie aussi considérablement d'une espèce animale à l'autre.

Chez les animaux à sang chaud, le cœur ne tarde pas à s'arrêter après l'ouverture de la poitrine; mais, chez la grenouille, ses mouvements persistent. Il y a plus, si l'on sépare complètement un cœur de grenouille du corps, par conséquent des nerfs qui s'y rendent, si on le place dans un verre de montre en le plongeant dans un peu de sérum ou dans une solution faible de sel marin, il continue à battre régulièrement pendant plusieurs heures.

Phénomène encore plus singulier : si, à l'aide de ciseaux, on détache de petits fragments du sinus veineux, des oreillettes et du ventricule, on observe que ces fragments isolés se contractent d'une manière rythmique; excepté ceux provenant de la pointe du ventricule. Cette propriété curieuse de la persistance des contractions musculaires du cœur, en dehors de toute action des centres nerveux cérébro-spinaux, tient, comme on l'a démontré, à la présence, dans les parties contractiles, de petits ganglions ou groupes de cellules nerveuses fonctionnant comme de petits centres nerveux indépendants, automoteurs.

Revenons aux vaisseaux qui émanent du cœur : nous avons vu que le bulbe aortique cloisonné intérieurement dans le sens longitudinal par un septum incomplet, se divisait en deux troncs, un droit et un gauche. Chacun d'eux, subdivisé au dedans, par des cloisons, en trois

canaux, donne trois branches artérielles faisant suite aux canaux en question.

La première branche, de chaque côté, se rend à la tête sous le nom de *carotide* et fournit par ses rameaux du sang à l'encéphale, aux organes des sens céphaliques, à la région buccale (fig. 30, A, 1).

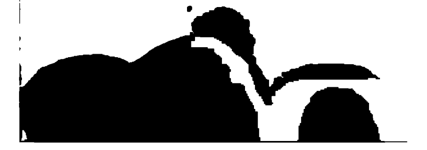
La branche moyenne (fig. 30, A, 2) se recourbe en crosse sous le nom d'*arc aortique,* donne une artère au membre antérieur correspondant, se porte dorsalement vers la colonne vertébrale et s'unit, sur la ligne médiane, avec sa congénère provenant du côté opposé, pour donner lieu à un vaisseau unique, l'*aorte*. L'arc aortique de gauche fournit, en outre, peu avant l'anastomose, une branche importante destinée à l'estomac et à l'intestin moyen [1].

L'*aorte* suit la face inférieure de la colonne vertébrale en donnant des artères aux parois du tronc, aux reins, aux organes génitaux, à l'intestin terminal, puis enfin se bifurque en se partageant en deux troncs pour les membres postérieurs.

La troisième branche émanant du bulbe artériel, branche *cutanéo-pulmonaire* (fig. 30, A, 3), fournit une artère cutanée pour les parties superficielles de la tête et la peau de la région antérieure du tronc et,

---

1. Ce sont ses ramifications que l'on observe dans l'épaisseur du mésentère, accompagnées de veines mésentériques ramenant le sang veineux de l'intestin.



comme vaisseau principal, l'*artère pulmonaire*, se rendant au poumon correspondant[1].

A priori, il semble résulter du fait que les deux oreillettes s'ouvrent dans le ventricule unique, que tous les vaisseaux que nous venons d'énumérer doivent recevoir à la fois un mélange de sang artériel et veineux. En réalité, cependant, les choses ne se passent pas ainsi; les deux sangs ne se mélangent que vers le milieu de la durée de la systole ventriculaire. De plus, la position de l'orifice du bulbe aortique par rapport à l'oreillette droite ou veineuse, de légères différences dans la résistance opposée à l'entrée du sang dans les diverses subdivisions artérielles du bulbe, et quelques autres petits détails de structure pour lesquels il nous faudrait une longue description, amènent un triage naturel: au début de la systole, le bulbe se remplit de sang exclusivement veineux qui se rend par les artères cutanéo-pulmonaires,

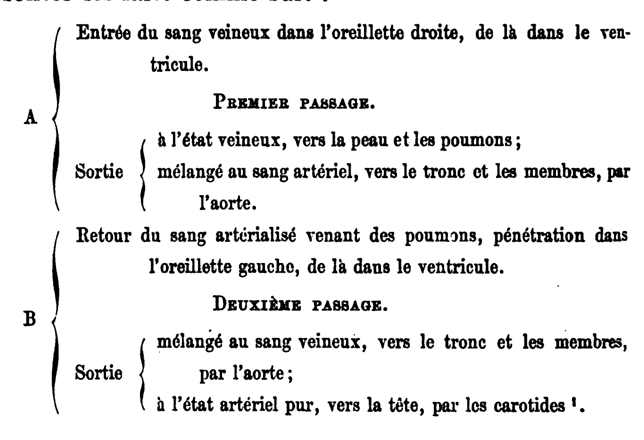
1. Pour bien voir les vaisseaux, il faut les injecter, c'est-à-dire les remplir d'une matière colorante. L'injection des artères de la grenouille est très facile : sur une grenouille tuée à l'eau chaude, comme il a été dit au début de ce chapitre, on abat avec des ciseaux la pointe du ventricule du cœur. On introduit par la plaie la canule d'une petite seringue dans le ventricule, ensuite dans le bulbe aortique. On fixe celui-ci autour de la canule avec une ligature; puis, la grenouille étant maintenue dans l'eau chaude, on pousse avec précaution un mélange de gélatine fondue et de matière colorante : vermillon ou bleu de prusse. La grenouille est ensuite plongée dans l'eau froide jusqu'à ce que la gélatine soit solidifiée.

L'injection du système veineux se fait en introduisant la canule au travers du ventricule et de l'oreillette droite, jusque dans le sinus veineux.



en partie à la peau, en partie aux poumons. Au milieu de la systole, le ventricule chasse du sang mélangé qui passe dans les arcs aortiques et l'aorte. A la fin de la contraction, il sort du cœur un reste de sang artériel pur par les carotides.

En résumé, la circulation de la grenouille est double, le sang passant deux fois par le cœur. On peut représenter les faits comme suit :



A
Entrée du sang veineux dans l'oreillette droite, de là dans le ventricule.

PREMIER PASSAGE.

Sortie
à l'état veineux, vers la peau et les poumons ;
mélangé au sang artériel, vers le tronc et les membres, par l'aorte.

B
Retour du sang artérialisé venant des poumons, pénétration dans l'oreillette gauche, de là dans le ventricule.

DEUXIÈME PASSAGE.

Sortie
mélangé au sang veineux, vers le tronc et les membres, par l'aorte ;
à l'état artériel pur, vers la tête, par les carotides [1].

1. Chez les poissons, le cœur ne comprend qu'une seule oreillette veineuse répondant à l'oreillette droite de la grenouille, et un seul ventricule. Le sang ne passe qu'une seule fois par le cœur à l'état veineux ; il ne revient pas au cœur après avoir traversé l'appareil respiratoire ; mais se rend directement dans l'aorte qui reçoit ainsi du sang artériel pur.

Chez les reptiles, les crocodiliens exceptés, la structure du cœur rappelle ce qui existe chez les batraciens. Chez tous, du reste, il y a plus ou moins mélange des deux sangs.

Chez les oiseaux et les mammifères, une cloison complète divise la portion ventriculaire en deux ventricules distincts ; l'un veineux, l'autre artériel.

Capillaires. Nous avons dit que le sang revient des organes vers le cœur par les veines et nous venons de décrire brièvement la disposition des artères. Il nous faut compléter ces notions par quelques indications sur la manière dont le sang passe d'un groupe de vaisseaux dans l'autre.

Les artères qui pénètrent dans les organes se subdivisent en rameaux et ramuscules, enfin en ramifications très ténues et à parois excessivement minces, constituant les *capillaires*. Ceux-ci forment, entre les éléments des divers tissus, un réseau vasculaire souvent très serré d'où naissent, à leur tour, des ramuscules à diamètre un peu plus fort, puis de ces derniers des veines où le sang sortant des organes s'engage pour retourner au cœur. Il y a donc continuité entre les artères et les veines par l'intermédiaire des capillaires.

Les artères ou les veines proprement dites ne sont que des organes de transport ou de distribution. Les capillaires ont un rôle d'une valeur physiologique bien

---

L'aorte n'a qu'une racine émanant du ventricule artériel seul. Le sang passe deux fois par le cœur, sans aucun mélange. Le système circulatoire artériel ne reçoit que du sang artériel pur.

On peut résumer ces particularités de la façon suivante :

Circulation simple	Poissons.
Circulation double incomplète (avec mélange partiel des deux sangs)	Batraciens. Reptiles.
Circulation double complète.	Oiseaux. Mammifères.

plus grande. En effet, en raison de la minceur de leurs parois, ils sont le siège de tous les échanges de substances gazeuses ou autres entre le sang et les tissus de l'animal.

§ 21.

LYMPHE.

La lymphe présente, par suite de son origine (page 129), une composition voisine de celle du sang. C'est un liquide incolore ou légèrement opalin, alcalin, composé d'un plasma tenant en suspension des globules blancs. Il se coagule comme le sang, quoique plus tardivement et se partage alors en un caillot incolore et en sérum.

Les canaux dans lesquels circule la lymphe ont reçu le nom de *vaisseaux lymphatiques*. Les organes propulseurs spéciaux qui peuvent exister sont les *cœurs lymphatiques*.

Cœurs lymphatiques ; circulation lymphatique chez la grenouille. Chez la grenouille, si l'on fait abstraction de quelques canaux lymphatiques du mésentère dont nous parlerons plus loin, et de quelques canaux d'origine dans la peau, il n'y a pas de vaisseaux lymphatiques proprement dits. Sous la peau qui n'est reliée aux muscles que d'une manière très lâche, existent des espaces ou sacs où la lymphe s'accumule. Celle-ci est reprise par les cœurs lymphatiques et chassée dans le système veineux.

Des cœurs lymphatiques ont été observés chez des poissons, chez les reptiles, chez quelques oiseaux. La

grenouille en a quatre : deux antérieurs cachés sous la portion cartilagineuse des omoplates, et deux postérieurs, situés sous la peau, de chaque côté de l'extrémité de l'urostyle. A cause de la position superficielle de ces derniers, on les voit très nettement battre chez la grenouille vivante, sans avoir recours à aucune préparation[1].

Ces cœurs lymphatiques sont de simples sacs contractiles dans lesquels la lymphe pénètre, lors de la diastole, par de nombreux petits orifices creusés obliquement dans la paroi. Ils chassent la lymphe dans une veine voisine avec laquelle ils communiquent directement par une ouverture munie de deux petites valvules.

Chez les vertébrés supérieurs, les mammifères, par exemple, une partie des produits assimilables de la digestion, après avoir traversé les parois intestinales, s'engage sous le nom de *chyle* dans un système de vaisseaux lymphatiques indépendants des artères et des veines et soutenus par le mésentère. Ces *vaisseaux chylifères*, comme on les appelle, déversent le chyle dans un canal commun s'ouvrant encore une fois dans le système veineux.

En dehors de l'époque de la digestion, le contenu des chylifères ne se distingue pas de la lymphe. Pendant la digestion, il prend au contraire un aspect laiteux, et

1. S'adresser de préférence à la grenouille rousse dont la peau est plus mince que celle de la grenouille verte.

les chylifères des mammifères apparaissent alors avec l'aspect de traînées blanches.

Le chyle des mammifères est un liquide laiteux dont la composition se rapproche beaucoup de celle de la lymphe. Il renferme les mêmes leucocytes, mais contient, de plus, d'innombrables granulations qui ne sont autre chose que de fines gouttelettes graisseuses. Outre la graisse, les albuminoïdes et des sels, on constate dans le chyle la présence de l'urée, de savons, en faible quantité, de peptones et souvent de glucose.

Chez les vertébrés supérieurs, comme nous venons de le voir, les chylifères sont des vaisseaux indépendants. Chez la grenouille, ils sont représentés par des gaînes entourant sous forme de manchons les artères et les veines du mésentère. Le résultat est le même; seulement, la grenouille présente ce fait curieux que les vaisseaux sanguins mésentériques baignent dans le chyle[1].

Il existe, surtout chez les mammifères, une série d'organes annexés au système lymphatique, les *ganglions lymphatiques*, composés, en thèse générale, d'une charpente conjonctive soutenant de ses mailles un réseau de capillaires sanguins et limitant des sinus lymphatiques ou cavités caverneuses parcourues par la lymphe. Leur rôle physiologique paraît être la production des leucocytes.

---

1. Des gaînes lymphatiques autour de vaisseaux s'observent aussi chez les reptiles.

La *rate*, dont nous avons indiqué la position (p. 113), doit être rapprochée de ces organes lymphoïdes. Ce n'est pas une glande du tube digestif, ainsi que semblerait l'indiquer sa situation au voisinage de l'estomac et de l'intestin. Ce n'est pas même une glande dans le sens exact du mot, car elle ne possède pas de canal excréteur. Sa texture est trop complexe pour en tenter une description élémentaire; nous nous bornerons à dire que la rate est traversée par un courant sanguin assez important et qu'il résulterait des diverses observations faites jusqu'à présent que, comme les ganglions lymphatiques et quelques autres organes, elle aurait pour fonction principale la formation des globules blancs.

§ 22.

APPAREIL RESPIRATOIRE.

« La *respiration* consiste essentiellement dans l'apport de l'oxygène aux principes constituants du corps, et dans le rejet des produits gazeux d'oxydation, c'est-à-dire de l'acide carbonique.

« C'est le sang qui, dans cet ordre de phénomènes, sert d'intermédiaire entre les tissus et le milieu respirable : d'un côté, il entre en rapport avec le milieu ambiant dans lequel vivent les animaux (air atmosphérique et eau), pour lui prendre de l'oxygène et lui abandonner de l'acide carbonique (respiration externe) ; tandis que de l'autre côté, il est en rapport avec les tissus du corps, pour leur prendre de l'acide carbonique et leur

abandonner de l'oxygène (respiration interne)[1]. »

La respiration externe, ou simplement respiration, comprend donc les échanges qui s'opèrent entre les gaz du sang et ceux de l'air atmosphérique, soit libre, soit dissous dans l'eau. Ces échanges ont lieu chaque fois que les courants sanguins ne sont séparés de l'air que par des parois suffisamment minces. C'est ainsi que chez la grenouille dont les téguments sont nus, assez vasculaires et l'épiderme peu épais, une respiration relativement active a lieu par la peau.

Chez les animaux à respiration exclusivement aquatique, la respiration cutanée peut exister seule, sans qu'il y ait d'autre appareil respiratoire localisé; tel est le cas pour un nombre énorme de formes inférieures. Chez d'autres, la fonction se localise davantage et il apparaît des *branchies*. Celles-ci sont, ou bien des expansions des téguments sous forme de lamelles minces, découpées pour offrir plus de surface (larves d'insectes aquatiques, beaucoup de crustacés, annélides marins, etc.), ou bien des replis et des lamelles formés aux dépens de la muqueuse buccale et supportés par des arcs osseux ou cartilagineux faisant suite à l'hyoïde (batraciens inférieurs, têtards de grenouille, poissons). Dans tous les cas, les branchies sont nécessairement parcourues, dans leur épaisseur, par un courant sanguin continu.

---

1. Emprunté à Jolyet et Regnard (*Recherches sur la respiration des animaux aquatiques*. Paris, 1877 ; page 21).



Chez les animaux à respiration aérienne et possédant des organes respiratoires distincts de la peau, l'air pénètre dans des cavités, sacs ou tubes, dont les parois sont garnies d'un réseau vasculaire ou baignent directement dans le sang[1]. Dans le premier cas, on leur donne le nom de *poumons* (fig. 24, 30 et 31).

Ainsi que nous l'avons dit (page 121), on observe à la paroi ventrale du pharynx de la grenouille, une fente longitudinale; c'est l'orifice par lequel l'air arrive aux poumons. Cette fente donne accès dans une boîte dont les parois sont soutenues par des pièces cartilagineuses: le *larynx* ou organe producteur de la voix (fig. 27 L*a*).

Le larynx, situé entre les cornes osseuses postérieures de l'hyoïde, a ici une forme presque globuleuse. Quelques petits muscles naissant de l'hyoïde servent à le dilater ou à le retrécir. En l'ouvrant longitudinalement, on constate que dans les deux moitiés sont tendues des bandelettes élastiques, les *cordes vocales,* qui, situées parallèlement lorsque le larynx est intact, interceptent entre elles une fente étroite, *la glotte*. L'air en se frayant avec une certaine force un passage entre les cordes vocales, met celles-ci en vibration. Ces vibrations se communiquent à la petite colonne d'air située au-dessus et un son se produit. Comme dans les instruments de musique à anche, c'est donc l'air qui est le

1. Voyez, pour ce deuxième cas, la description de la *Trachée* des insectes. Chap. VII, § 3.



corps sonore, les cordes vocales déterminent et règlent les caractères du son[1].

L'épithélium du larynx de la grenouille est vibratile, excepté sur les cordes vocales.

Chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles, entre le larynx et les poumons, existe un tuyau : la *trachée artère,* se bifurquant à son extrémité pulmonaire en deux troncs latéraux : les *bronches.* Trachée et bronches ont leur canal maintenu béant par des arcs cartilagineux. Chez la grenouille, la trachée manque et les bronches sont rudimentaires; deux orifices latéraux et postérieurs conduisent par deux tubes très courts directement dans les poumons.

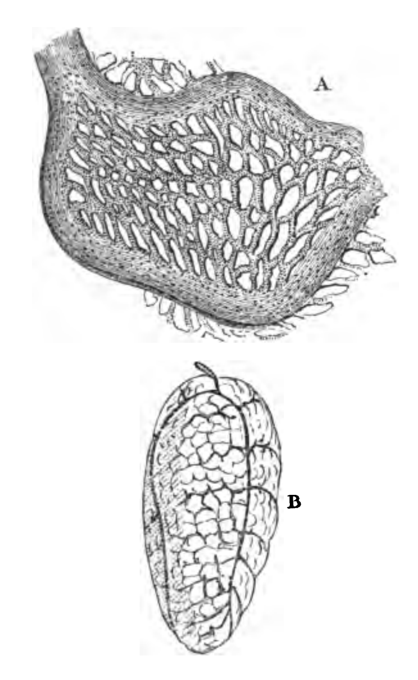
Les poumons de la grenouille (fig. 31) ont une structure très simple. Ce sont deux grands sacs membraneux, ovoïdes, dont les parois sont élastiques, comme le prouve la rapidité avec laquelle les poumons reviennent sur eux-mêmes et se contractent lorsqu'on les crève. Ces parois soutiennent les subdivisions de l'artère et de la veine pulmonaire, formant d'assez larges mailles qui limitent comme de petits cadres des espaces irrégulièrement arrondis occupés par un riche réseau capillaire. Dans chacun des petits espaces en question, la paroi pulmonaire est bombée vers le dehors, de façon à donner

1. Chez les mâles de grenouilles qui produisent des coassements si retentissants, il existe des organes de renforcement de la voix, sous forme de poches membraneuses extensibles, situées de chaque côté de la mâchoire inférieure et s'ouvrant dans la bouche, à droite et à gauche de la langue.



à la surface extérieure de l'organe un aspect framboisé. Il en résulte pour la surface interne du poumon autant de petites loges ou *alvéoles pulmonaires*. Comme

Figure 31.



POUMON DE LA GRENOUILLE.

A, portion du réseau capillaire. Gr. 300. (D'après nature.)
B, poumon avec les principaux rameaux sanguins. Grandeur naturelle. (D'après nature.)

toutes les subdivisions, replis, vésicules, etc., qu'on observe dans l'appareil respiratoire des animaux, ces

alvéoles ont pour effet d'augmenter considérablement la surface offerte aux échanges gazeux.

Supposons les poumons pleins d'air et voyons quels sont les phénomènes qui vont se passer par suite de la présence du sang dans les capillaires : à chaque systole, le ventricule du cœur envoie aux organes respiratoires une certaine quantité de *sang veineux*. Celui-ci, d'un rouge foncé, est chargé d'un excès d'acide carbonique, principalement à l'état de simple dissolution dans le plasma; il est pauvre en oxygène; l'hémoglobine de ses globules est en partie réduite.

En circulant dans les capillaires pulmonaires, le sang veineux qui n'est séparé que par de très minces membranes d'un air riche en oxygène et ne renfermant qu'un peu d'acide carbonique à une tension beaucoup plus faible que celle de ce même gaz dans les vaisseaux, perd une partie de l'acide carbonique qu'il renfermait. Il absorbe, au contraire, de l'oxygène qui se dissout probablement d'abord dans le plasma, puis passe rapidement à l'état de combinaison (oxy-hémoglobine) dans les globules hématiques. Ce sang, ainsi modifié, d'un rouge vermeil, beaucoup plus chargé d'oxygène que le sang veineux, renfermant moins d'acide carbonique, est le *sang artériel*.

Dans les poumons, le sang a encore abandonné à l'air une certaine quantité d'eau à l'état de vapeur et une très petite quantité d'azote.

L'air renfermé dans le poumon a donc perdu de l'oxygène et contient, actuellement, une notable pro-

portion d'acide carbonique, un petit excès d'azote et est saturé de vapeur d'eau. De nouvelles quantités de sang passant sans cesse dans les capillaires, si cet air restait stagnant, il continuerait à se charger d'acide carbonique et à perdre de l'oxygène, jusqu'au moment où la proportion de ce dernier gaz devenant insuffisante, le sang sortirait du poumon à l'état veineux comme il y est entré.

Il faut donc, pour que les échanges gazeux puissent continuer avec l'intensité et la rapidité nécessaire aux besoins de l'organisme, non seulement un renouvellement du sang, mais de plus un renouvellement continuel d'air dans les poumons. Cette *ventilation pulmonaire* s'obtient par des mouvements dont les uns chassent des cavités respiratoires l'air chargé d'acide carbonique *(expiration)*, et dont les autres déterminent l'afflux de nouvelles quantités d'air pur *(inspiration)*.

L'inspiration est produite, chez les mammifères, par la dilatation de la poitrine, s'opérant par le déplacement des côtes en avant et l'abaissement d'une cloison musculaire *(le diaphragme)*, qui sépare la poitrine de l'abdomen. L'expiration ordinaire (sans efforts, ni production de sons vocaux) est amenée par l'élasticité pulmonaire et le retour en quelque sorte passif des parois de la poitrine à leur forme initiale ; les muscles inspirateurs cessant d'agir.

Chez la grenouille, il n'y a ni côtes ni diaphragme proprement dit; l'inspiration se fait donc d'une autre manière. On admettait depuis longtemps que les gre-

nouilles respirent par déglutition, c'est-à-dire en *avalant* de l'air. Les expériences de M. Paul Bert ont confirmé définitivement le fait : en abaissant les parois de la gorge, les narines étant ouvertes, elles dilatent la large cavité constituée par la bouche et le pharynx et la remplissent d'air; puis rétrécissant l'orifice nasal et contractant les muscles de la gorge, elles refoulent le gaz dans les poumons. L'expiration a lieu évidemment par l'élasticité des parois des poumons et une légère action des parois musculaires de l'abdomen[1]. Il résulte de là ce fait singulier qu'on peut asphyxier une grenouille à la longue[2] en lui maintenant, par un moyen quelconque, la bouche ouverte.

§ 23.

CHALEUR ANIMALE.

L'oxydation étant une des sources principales du calorique dans l'organisme, nous terminerons ce qui concerne la respiration par quelques mots sur la chaleur animale.

Tout le monde a remarqué que tandis que le corps des mammifères et des oiseaux vivants fait éprouver,

1. Nous avons résumé les mouvements respiratoires de la grenouille d'une façon accessible au lecteur débutant. Il résulte des observations de M. Paul Bert qu'ils sont beaucoup plus compliqués.

2. A la longue, car la respiration cutanée permet à ces animaux de vivre un certain temps, même après l'extirpation des poumons.

au toucher, une sensation de chaleur, celui des reptiles, des batraciens, des poissons et de tous les invertébrés, semble froid. De là les dénominations vulgaires d'animaux à sang chaud et d'animaux à sang froid, qu'il convient de remplacer par celles d'*animaux à température constante* et d'*animaux à température variable*.

En effet, les premiers ont une température sensiblement constante (36° à 40° mammifères, 40° à 43° oiseaux), restant à peu près la même, quelles que soient les variations de température de l'eau ou de l'air dans lesquels ils sont plongés.

La température des seconds varie, au contraire, avec celle du milieu ambiant, s'élevant si la température du milieu augmente, s'abaissant si celle du milieu diminue. Prenons les grenouilles comme exemple : dans de l'air ou de l'eau à 6°, leur température est de 7° à 8°. Dans un milieu à 15°, leur température est de 15°,3 à 15°,8.

On voit cependant par le cas que nous citons, que les animaux dits à sang froid ont une chaleur ou température propre, mais oscillant dans des limites assez étendues, tantôt légèrement supérieure, tantôt inférieure à celle du milieu.

Si certains points extrêmes sont dépassés, leur température propre n'atteint plus celle du milieu ambiant, et ces animaux tombent dans un état d'engourdissement profond à issue souvent fatale. Les grenouilles meurent en quelques minutes si on les maintient à la tempéra-

ture du corps des mammifères[1] : les actes intellectuels disparaissent d'abord, puis les contractions musculaires et les mouvements du cœur; les nerfs sensibles conservent les derniers leurs propriétés[2].

En hiver, une température inférieure à 4° les engourdit peu à peu.

La production de chaleur chez les animaux reconnait deux causes : des actions mécaniques et des actions chimiques. Ces dernières sont de beaucoup les plus importantes. Ce sont principalement des oxydations, ou, ce qui revient au même, des combustions lentes. Nous avons vu, en effet, qu'il y a constamment absorption d'oxygène par l'organisme et dégagement d'acide carbonique. A côté des oxydations, il faut ranger nécessairement les autres phénomènes chimiques qui se passent sans cesse dans l'animal vivant : décomposition des graisses, dédoublement des substances hydrocarbonées et albuminoïdes, etc.

Partout où ces actions ont lieu, il se produit de la chaleur. Presque tous les tissus sont donc le siège de cette production; certaines associations de tissus cependant constituent des foyers plus actifs que les autres : les muscles, les centres nerveux et les glandes.

---

1. Voyez page 45.

2. Paul Bert. *Sur la mort des animaux inférieurs par la chaleur.*



§ 24.

ORGANES SÉCRÉTOIRES.

Les organes sécrétoires portent la dénomination commune de *glandes*.

Anatomiquement, une glande est une cavité creusée aux dépens du derme de la peau ou d'une muqueuse et tapissée, au dedans, par une couche de cellules épithéliales que l'on peut considérer comme provenant de l'épithélium de surface par refoulement.

Le tissu dans lequel la glande est creusée se modifie de façon à constituer une paroi et une charpente distinctes. L'épithélium aussi change de caractère; ses éléments cellulaires revêtent un aspect presque toujours spécial et deviennent le siège d'échanges et de phénomènes chimiques très actifs.

Cette définition s'applique immédiatement à des glandes simples, telles que les glandes de la peau de la grenouille, par exemple (page 94). Nous verrons plus loin comment s'explique la structure des glandes plus complexes.

Physiologiquement, les glandes sont des organes fabriquant, avec les matériaux que leur apporte le sang, des principes immédiats différents de ceux qui existent dans le sang normal et destinés soit à être utilisés par l'organisme pour l'accomplissement d'une fonction (principes renfermés dans la salive, dans le suc gastrique, etc.), soit à être rejetés au dehors, comme constituant

les déchets et les produits d'usure des éléments du corps (principes immédiats de l'urine par exemple).

Dans la glande, la partie essentiellement active et productive est la cellule épithéliale. Celle-ci puise, dans le milieu qui l'entoure, certaines substances; elle les utilise 1° à son entretien et à son développement propre, 2° à la formation, dans son intérieur, de corps nouveaux et spéciaux, graisses, albuminoïdes, ferments, acides, matières colorantes, principes odorants, etc. Ceux-ci peuvent être mis en liberté par divers procédés : dans beaucoup de cas, le corps même de la cellule se détruit et on retrouve ses débris au sein du liquide sécrété par la glande. Le travail de sécrétion est nécessairement accompagné alors de la production incessante de nouvelles cellules épithéliales.

D'autres fois, la vie de la cellule est beaucoup plus longue et les produits passent par simple exsudation au travers des parois cellulaires.

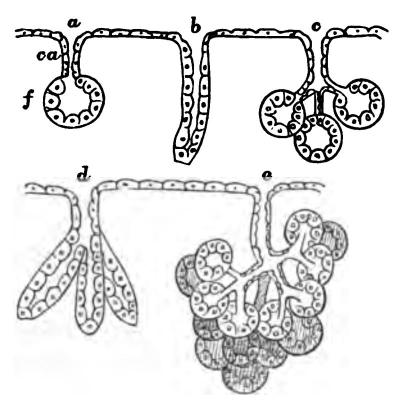
Il résulte de ce qui précède, qu'une glande peut n'être composée que d'une seule cellule; pourvu qu'un petit canal mette celle-ci en rapport avec une cavité viscérale ou la surface du corps. Des glandes *mono-cellulaires* de ce type existent dans la peau des coléoptères et de quelques crustacés parmi les animaux articulés. Mais, dans l'immense majorité des cas, la glande est *polycellulaire*.

Comme nous l'avons déjà indiqué, elle est, sous sa forme la plus simple, constituée par un petit cul de sac ou follicule, comprenant une paroi propre et une couche



d'épithélium sécrétoire. Si la portion voisine de l'orifice s'effile en tube plus ou moins long, ce tube prend le nom de *canal excréteur*. Le follicule glandulaire peut rester arrondi ; il peut aussi s'allonger notablement et passer à l'état de *glande en tube* (fig. 32, *a, b*).

Figure 32.



FIGURES THÉORIQUES DES DIFFÉRENTES FORMES DE GLANDES.

a, b, glandes simples.
ca, canal excréteur.
f, follicule.
c, d, glandes composées.
e, glande composée en grappe.

En général, les glandes ont une structure plus compliquée : ainsi, fréquemment, une série plus ou moins nombreuse de culs de sacs glandulaires, arrondis ou tubuleux, s'ouvrent dans un canal excréteur unique (fig. 32, *c, d*) ; c'est la variété dite *glande en grappe simple*. Enfin, dans la *glande en grappe composée,* les canaux excréteurs de plusieurs grappes simples s'embranchent sur un canal excréteur commun (fig. 32, *e*).

La masse générale de la glande est soutenue par une charpente principalement conjonctive, servant en outre de support à un réseau vasculaire, ordinairement très riche, apportant à l'organe les matériaux de sécrétion. Les rapports des vaisseaux avec les différentes parties de la glande varient. Dans le plus grand nombre des cas, ils sont séparés de l'épithélium par la membrane qui sert de support à celui-ci. Ainsi, tantôt ils forment un réseau entourant simplement les culs de sacs glandulaires; tantôt, comme dans le rein, en se subdivisant et se repliant, ils donnent lieu à de petits pelotons sphériques ou *glomérules,* occupant chacun une capsule résultant du refoulement vers l'intérieur de l'extrémité d'un tube sécréteur. Dans le foie, ils pénètrent à proprement parler dans la glande et produisent, par subdivision, des mailles encadrant en quelque sorte les cellules ou de petits groupes de cellules.

Nous avons déjà, dans le cours de cet ouvrage, parlé de nombreuses glandes diverses; nous consacrerons le reste de ce paragraphe à la description et au rôle de celles qui sécrètent l'urine.

Sécrétion urinaire. La sécrétion urinaire a, dans l'économie, une importance toute spéciale.

Les différentes substances albuminoïdes, hydrocarbonées, graisseuses et minérales, faisant partie du corps de l'animal, soumises constamment à des phénomènes d'oxydation et à d'autres actions chimiques, s'usent et se détruisent sans cesse, c'est-à-dire qu'elles donnent lieu à d'autres composés : acide carbonique,

urée, acide urique, sels, etc., n'entrant pas dans la constitution normale des tissus et qui, devenus ainsi en quelque sorte des corps étrangers, doivent être expulsés par une des voies naturelles. Cette transformation amenant ainsi une perte incessante de substance est la *désassimilation.*

Nous avons vu comment l'organisme la combat, par l'alimentation, la digestion, le passage des produits de la digestion dans le sang, la circulation qui porte les éléments plastiques aux tissus. Le dernier terme de ce travail réparateur est l'*assimilation,* la transformation des matériaux en principes faisant partie intégrante des tissus. Les êtres vivants sont donc soumis à une destruction et à une régénération continuelles.

Les produits de désassimilation sont rejetés par deux voies principales : l'appareil respiratoire qui débarrasse surtout le corps de l'acide carbonique, et les organes urinaires qui servent à l'expulsion des matières résultant des dernières modifications des principes azotés.

L'*urine*, dont nous donnerons ultérieurement la composition, est sécrétée par deux glandes, les *reins.* Les reins de la grenouille n'ayant pas exactement la signification de ceux des animaux plus élevés, il est nécessaire d'indiquer en quelques lignes l'origine de ces organes.

Chez l'embryon des vertébrés apparaissent de très bonne heure, sur les côtés de la colonne vertébrale, deux organes glandulaires dont la sécrétion est analogue à l'urine. On leur a donné le nom de *reins pri-*

mordiaux, ou corps de *Wolff*[1]. S'il s'agit d'un mammifère, d'un oiseau ou d'un reptile, les reins primordiaux disparaissent bientôt en grande partie ; ce qui en reste sert à la constitution de certaines portions des organes génitaux internes. En même temps apparaissent deux glandes nouvelles, les *reins définitifs*. S'il s'agit, au contraire, d'un batracien (grenouille, crapaud, triton, salamandre, etc.), ou d'un poisson, les reins définitifs ne se forment pas et les reins primordiaux continuant à se développer deviennent les organes dépurateurs de l'adulte.

Nous ne pouvons aborder ici l'étude détaillée et, du reste, difficile de la texture des reins ou des corps de Wolff. Nous dirons seulement que l'un et l'autre sont des glandes tubuleuses composées, formées d'un grand nombre de petits tubes glandulaires tapissés, au dedans, par un épithélium[2]. Ces tubes arrivés vers la surface de la glande, se dilatent à leur extrémité, ou près de leur extrémité, en petites capsules sphériques enveloppant chacune (page 160) un peloton ou glomérule vasculaire recevant un ramuscule artériel et d'où part un ramuscule veineux.

Les reins de la grenouille (fig. 35, A, B, R) ont donc la signification des reins primordiaux ou corps de Wolff des vertébrés supérieurs. Ce sont deux organes ellip-

1. Du nom de l'anatomiste qui les découvrit au siècle dernier.

2. Chez les poissons, les batraciens et même les reptiles, l'épithélium est vibratile, au moins dans une partie de la longueur des tubes.



tiques, plats, occupant la partie dorsale de la cavité abdominale et situés, par rapport au squelette, à droite et à gauche des dernières vertèbres et de l'urostyle. Leur coloration est rougeâtre. En examinant les figures 33 et 35, on voit qu'ils sont, chez le mâle, en partie recouverts par les testicules, et chez la femelle, totalement cachés par les ovaires. Ajoutons encore, pour éviter des erreurs d'interprétation, qu'à la partie antérieure de ces reins s'observent des lanières digitiformes jaunâtres, flottant dans la cavité du corps et qui ne sont autre chose qu'une réserve de graisse soutenue par une charpente conjonctive[1].

Les différents canalicules qui constituent le rein viennent s'ouvrir dans un canal commun longeant son bord externe. Ce canal qui, dans la grenouille mâle, reçoit, ainsi que nous le verrons, les produits du testicule, vient, chez la grenouille femelle, déboucher dans la dernière partie de l'oviducte (fig. 35, B, CD).

Dans tous les cas, chez les batraciens, le liquide sécrété par les reins primordiaux s'écoule par des orifices appartenant à la fois aux organes urinaires et génitaux, dans une dernière chambre commune, le *cloaque*, où aboutit aussi l'intestin terminal et qui s'ouvre à l'extérieur par l'anus.

Un cloaque servant ainsi à l'expulsion des résidus de la digestion, de l'urine et des produits de l'appareil reproducteur, s'observe chez les mammifères très infé-

1. Ce corps graisseux est ratatiné en hiver et plus développé en été.

rieurs, les oiseaux, les reptiles, les *batraciens* et un certain nombre de poissons. Les mammifères ordinaires, les poissons osseux, possèdent, au contraire, au moins deux ouvertures distinctes : un anus pour le tube digestif et un orifice uro-génital.

L'*urine* se compose d'eau tenant en dissolution des principes très divers qui peuvent être groupés comme suit :

1° des principes *azotés*, provenant par désassimilation des albuminoïdes ou des substances qui en dérivent (tels sont : l'*urée,* l'*acide urique,* l'*acide hippurique,* à l'état d'urates et d'hippurates, la *créatinine,* etc.)[1] ;

2° des principes *non azotés* en très faible quantité;

3° des sels minéraux (*chlorure de sodium, phosphates, sulfates,* etc.);

4° des matières colorantes;

5° des gaz (principalement de l'acide carbonique).

On connaît encore mal la composition chimique de l'urine de la grenouille; on sait seulement qu'elle renferme de l'urée.

Chez un très grand nombre de vertébrés, ce liquide s'accumule avant son expulsion, dans un réservoir contractile dont les parois comprennent une couche musculaire ; ce réservoir est la *vessie urinaire*[2]. La vessie de la grenouille est bicorne, c'est-à-dire que son

---

1. Voir, pour ces corps, les traités de chimie physiologique, tels que celui de Hofmann, *Lehrbuch der Zoochemie.* Wien, 1876-79.

2. La vessie manque par exemple chez tous les oiseaux.

fond se subdivise en deux culs de sacs distincts ; elle s'ouvre à la face ventrale du cloaque (fig. 35, A, v).

Lorsqu'on saisit une grenouille ou un crapaud vivant, il arrive souvent que l'animal vide brusquement sa vessie en émettant l'urine sous forme de jet. On a vu dans cet acte un moyen de défense employé, du reste, par d'autres animaux.

§ 25.

APPAREIL REPRODUCTEUR.

La reproduction des animaux peut être *asexuelle* ou *sexuelle*.

La reproduction *asexuelle*, qui s'observe chez un grand nombre de vers, chez les polypes et les protozoaires, tantôt à côté d'une reproduction sexuelle, tantôt seule, s'opère, en général, sans le concours d'organes spéciaux. Elle consiste soit dans la division spontanée de l'être en deux ou plusieurs parties acquérant, avant ou après la division, les organes nécessaires pour constituer des individus complets *(fissiparie)*; soit dans la production de bourgeons se transformant, au bout d'un certain temps, en individualités distinctes *(gemmiparie)*.

La reproduction sexuelle exige, au contraire, l'existence d'organes particuliers : les *organes reproducteurs*. Ceux-ci se distinguent en *femelles* et *mâles*.

L'organe essentiel femelle est l'*ovaire;* il donne lieu à une cellule, *cellule œuf* ou *ovule*, susceptible de vivre

d'une vie propre et renfermant déjà une partie des matériaux nécessaires à la formation d'un être nouveau.

L'organe essentiel mâle est le *testicule,* qui produit des éléments anatomiques spéciaux, les *spermatozoïdes.* La fusion, dans l'ovule, de la substance femelle avec la substance mâle du spermatozoïde, fusion qui constitue la *fécondation,* détermine l'activité cellulaire considérable qui se traduit, comme nous l'avons déjà esquissé pour les mammifères (page 25), par la segmentation, la formation des feuillets blastodermiques, etc.; en un mot, par la production d'un embryon[1].

Si l'individu est à la fois porteur d'ovaires et de testicules, il est dit *hermaphrodite.* L'hermaphrodisme vrai est très rare parmi les vertébrés. On peut tout au plus citer à ce sujet les noms de quelques poissons[2].

Dans l'immense majorité des cas, chez les vertébrés, les sexes sont distincts. Les individus sont les uns mâles et munis de testicules seuls, les autres femelles et munis d'ovaires[3].

---

1. On donne le nom de *Parthénogenèse* (παρθένος, verge, γένεσις, génération) au mode de reproduction dans lequel on observe un développement embryonnaire complet sans fécondation préalable. Il n'est pas encore prouvé que les phénomènes dont l'œuf est le siège, dans ce cas spécial, soient, surtout au début, identiques à ceux qui se passent lors de la reproduction normale. Quoi qu'il en soit, la parthénogenèse qui a été signalée principalement chez des articulés (abeilles, daphnies, artemia, etc.), a fait l'objet de travaux nombreux et de recherches très intéressantes.

2. Nous ne parlons évidemment pas ici de monstruosités.

3. Il est d'usage, dans les ouvrages de zoologie descriptive, de représenter

§ 26.

ORGANES FEMELLES.

Les organes femelles sont : 1° les deux *ovaires,* 2° les deux *oviductes,* canaux destinés au transport des produits vers un orifice d'expulsion final. Ces oviductes offrent, en général, sur leur trajet, des dilatations dans lesquelles, grâce à des sécrétions glandulaires locales, l'œuf s'entoure d'enveloppes protectrices. Chez beaucoup d'animaux, l'œuf séjourne même un temps plus ou moins long dans une dilatation terminale. Si ce séjour est assez prolongé pour que le développement embryonnaire se parachève complètement et que le jeune éclose littéralement dans la cavité maternelle, de manière à venir au monde sans être entouré des enveloppes de l'œuf, la dilatation en question porte le nom d'*utérus* et la reproduction est dite *vivipare*[1].

---

les sexes par les signes suivants : mâle, ♂ ; femelle, ♀ ; neutre, ☿. Les neutres, ou individus normalement incapables de se reproduire, sont ordinairement (abeilles ouvrières, fourmis neutres, etc.) des femelles à organes reproducteurs avortés.

1. Chez presque tous les mammifères, et chez quelques poissons, les rapports entre l'œuf et les parois de l'utérus sont beaucoup plus intimes. Il existe ce que l'on appelle un *placenta,* c'est-à-dire une zone d'adhérence au travers de laquelle s'opèrent des échanges actifs entre le sang de la mère et celui du jeune.

L'œuf émet, à sa périphérie, sur une portion plus ou moins étendue de sa surface, des languettes ou villosités s'engageant dans l'épaisseur de la muqueuse utérine, extrêmement vasculaire dans cette région. Des capillaires faisant partie

Si le produit est expulsé à l'état d'œuf, avec ou sans commencement de développement embryonnaire, la reproduction est *ovipare*.

§ 27.

ORGANES FEMELLES DE LA GRENOUILLE.

Vers la fin de l'hiver, les oviductes de la grenouille[1] sont remplis d'œufs. Aux premiers beaux jours, la région terminale de ces mêmes oviductes est énormément distendue par des œufs prêts à être pondus. Ces deux époques sont donc peu convenables pour une étude des organes reproducteurs, destinée à donner les premières notions topographiques nettes. Si l'on peut choisir, on fera une dissection en quelque sorte préparatoire de la grenouille femelle vers le milieu de l'été. Une fois la disposition générale connue, on ne risquera plus en ouvrant ces animaux à n'importe quelle autre époque de l'année, de commettre des erreurs d'interprétation.

La grenouille mâle ayant la face palmaire du premier doigt de chaque main garnie de renflements ou brosses copulatrices, il est toujours facile de distinguer les sexes.

---

de l'appareil circulatoire de l'embryon pénètrent dans chaque villosité. Ces vaisseaux n'étant séparés du sang maternel que par des éléments d'une grande minceur, il en résulte des échanges en vertu desquels ils puisent dans le sang de la mère l'oxygène et des matériaux nutritifs abondants.

1. Notre description se rapporte à la grenouille rousse. La ponte de la grenouille verte a lieu plus tard; parfois en juillet.

On ouvre l'animal du pubis au sternum; on enlève ce dernier pour mettre le cœur à nu; l'œsophage est coupé à la hauteur du cœur; le tube digestif détaché est rejeté en arrière; le cœur est maintenu renversé en avant par une épingle (fig. 33).

Figure 33.

ORGANES GÉNITAUX FEMELLES DE LA GRENOUILLE.

c, cœur renversé en avant à l'aide d'une épingle.
oo, orifices des oviductes (un peu exagérés).
ovi, oviductes.
ov, ovaires.
u, utérus.
it, intestin terminal renversé en arrière.

(D'après nature.)

Les deux ovaires se présentent alors comme deux masses granuleuses elliptiques, plus ou moins lobées,

d'un gris verdâtre, maculées de petites taches irrégulières noires. A droite et à gauche de ces masses s'observent les oviductes, sous forme de longs tubes d'un blanc jaunâtre, repliés un nombre considérable de fois sur eux-mêmes (fig. 33, ov, *ovi*).

Chacun des ovaires, enveloppé par un repli du péritoine et fixé par celui-ci à la colonne vertébrale, le long du bord interne du rein correspondant, est divisé en une douzaine de lobes ou sacs ovulaires indépendants les uns des autres. L'examen à la loupe suffit pour montrer que ces sacs logent un nombre énorme d'œufs à divers états de développement.

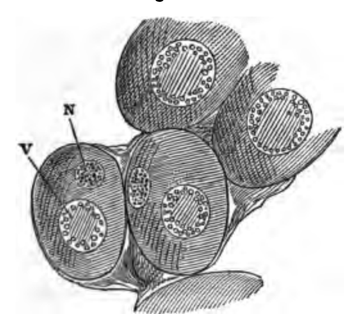
L'ovaire des vertébrés peut être considéré, en thèse générale, comme constitué par une trame de nature conjonctive (le *stroma*) servant de support à des vaisseaux, à des nerfs, et creusée de nombreuses cavités sphériques (les follicules de *Graaf*[1]), tapissées au dedans par un épithélium et renfermant chacune un ovule. Chez les animaux dont le stroma ovarien est peu abondant et dont les œufs acquièrent, dans l'ovaire, un volume relatif considérable, les follicules se présentent avec l'aspect de capsules sphériques faisant saillie, soit à la surface externe de l'ovaire auquel elles sont reliées par un pédicule, comme chez les oiseaux, soit à la surface interne des sacs ovulaires, comme chez la grenouille.

En détachant une petite portion de l'ovaire, la dila-

1. Découverts chez les mammifères par Régnier de Graaf, mort en 1673.

cérant avec des aiguilles et examinant au microscope, on constate que les œufs affectent des aspects assez divers. Les plus petits et, par conséquent, les plus jeunes, sont transparents; l'on y observe parfaitement une masse vitelline peu granuleuse, et un grand noyau

Figure 34.



ŒUFS OVARIENS DE LA GRENOUILLE, GROSSIS.

(D'après nature.)

V, vésicule germinative avec nucléoles.

N, noyau de Balbiani.

très nettement délimité, la *vésicule germinative,* renfermant, surtout vers sa périphérie, une série de nucléoles clairs ou taches germinatives[1] (fig. 34).

Les œufs plus avancés ont perdu leur transparence;

---

1. En employant certaines précautions inutiles à détailler ici, on peut encore voir, outre la vésicule germinative, un autre noyau distinct beaucoup plus petit, granuleux obscur et en général excentrique. — Ce corps nucléaire, dont la signification n'est pas encore nettement élucidée et qu'on retrouve chez beaucoup d'autres animaux, est le *noyau* de *Balbiani,* ou *noyau vitellin.*



un peu plus tard, leur hémisphère supérieur devient noir par suite d'une accumulation de pigment dans la couche superficielle du vitellus. Enfin, si l'on étudie des œufs ovariens plus mûrs encore, on peut s'assurer que la vésicule germinative a disparu.

Quant aux taches pigmentaires que présente l'ovaire examiné, comme celui-ci, après la ponte, elles sont déterminées par des œufs qui, n'ayant pas quitté l'organe au moment favorable, sont actuellement en voie de dégénérescence.

Chez la plupart des vertébrés, les follicules qui renferment des ovules arrivés au dernier terme de la maturité, se rompent à certaines époques déterminées; chez la grenouille l'ovule sort de son follicule en passant par le pédicule de ce dernier et en venant faire saillie à la face externe de l'ovaire. Dans tous les cas, les œufs pénètrent ensuite dans les oviductes par des procédés variables.

Cette pénétration est facile à comprendre lorsque les orifices des oviductes s'appliquent sur les ovaires, soit d'une manière constante, soit seulement au moment de la chute de l'ovule. Mais, chez les grenouilles, les ouvertures des oviductes sont maintenues relativement loin des ovaires; des replis du péritoine les fixent, en effet, de chaque côté du cœur et il faut, par conséquent, que les œufs tombés dans la cavité abdominale parcourent un chemin assez long pour arriver aux orifices en question. On sait aujourd'hui que leur progression est déterminée par l'existence, chez les femelles, d'un épithélium

vibratile, tapissant la paroi interne de la cavité abdominale et les replis péritonéaux qui relient le foie et le cœur aux oviductes.

Chacun des oviductes est un tube extrêmement long, replié un grand nombre de fois sur lui-même et fixé par un repli du péritoine. Il débute, près du cœur, par un orifice elliptique et se termine par une portion notablement élargie et à parois extensibles, l'*utérus*[1], s'ouvrant, en définitive, dans le cloaque (fig. 33, U).

Les oviductes sont tapissés par un épithélium vibratile dans toute leur étendue; les œufs y cheminent lentement, sous l'influence des cils épithéliaux; ils s'y entourent, en outre, d'enveloppes protectrices dont nous allons dire un mot.

Au moment où il vient d'entrer dans l'oviducte, l'œuf de la grenouille est une petite sphère nue, blanchâtre dans sa portion inférieure, noire dans sa portion supérieure et limitée extérieurement par une mince membrane. Mais si nous examinons des œufs de grenouille récemment pondus et réunis en amas souvent considérables à la surface de l'eau des mares, nous voyons que chacun d'eux est entouré d'une couche épaisse de matière albumineuse transparente que l'action de l'alcool étendu délimite très bien.

Après la ponte, les parois des oviductes vides paraissent assez minces; avant la ponte, au contraire, elles sont épaisses. On peut s'assurer qu'elles comprennent,

1. Dénomination assez impropre (voyez page 167).

dans l'épaisseur de leur muqueuse, une grande quantité de glandules tubuleuses qui sécrètent les couches propres d'albumine entourant chaque œuf individuellement. Après la ponte, ces enveloppes protectrices gonflant beaucoup au contact de l'eau, maintiennent par conséquent les œufs à une certaine distance les uns des autres et leur permettent de bénéficier à peu près tous également de l'action de la lumière et du contact de l'eau aérée.

§ 28.

ORGANES MALES.

Les organes mâles principaux sont : 1° les *testicules*, 2° les *canaux déférents* par lesquels les produits des testicules parviennent jusqu'à l'orifice génital.

Envisagé d'une manière générale, le testicule des vertébrés peut être regardé comme une glande composée, formée, chez les vertébrés supérieurs, de la réunion de nombreux tubes sécrétoires très étroits et sinueux, les *canalicules séminifères*. Il en est encore à peu près de même chez la grenouille et chez les poissons à squelette osseux; mais chez les autres amphibiens (crapaud, salamandre, etc.) et chez les poissons cartilagineux (raies, requins), le testicule est constitué par une réunion de vésicules sphériques pédonculées.

Le testicule, quelle que soit sa texture, produit un liquide spécial, le *sperme*, tenant en suspension des éléments anatomiques, les *spermatozoïdes*, très vraisemblablement de nature cellulaire, animés de mouve-



ments et ayant, comme nous l'avons déjà donné à entendre, un rôle d'une importance capitale.

Les spermatozoïdes des vertébrés dont nous décrirons le mode de formation chez la grenouille, n'ont que de très faibles dimensions, quelques centièmes de millimètres de longueur. Ce sont des éléments incolores, transparents, filiformes, offrant à une de leurs extrémités un renflement globuleux, pyriforme ou cylindrique. Les anciens naturalistes qui y voyaient des animalcules, les *animalcules spermatiques*, avaient nommé l'extrémité renflée, tête, et l'appendice filiforme, queue; dénominations encore usitées aujourd'hui dans les descriptions.

L'observation microscopique du sperme frais montre que les spermatozoïdes se déplacent; ils effectuent des mouvements ondulatoires dans lesquels la tête se déjette successivement à droite et à gauche. Ils progressent ainsi, l'extrémité renflée en avant. Les mouvements paraissent très vifs; mais il ne faut pas oublier qu'ils sont exagérés par le grossissement.

Très facilement altérables, les spermatozoïdes perdent leur motilité par une foule de causes. Chez la plupart des vertébrés, le contact de l'eau suffit pour produire ce résultat. Chez d'autres (beaucoup de batraciens et de poissons), dont les œufs sont fécondés au sein de ce liquide, les spermatozoïdes supportent naturellement l'action de l'eau plus longtemps[1].

---

1. Cependant, même chez les poissons, ils ne résistent à l'action de l'eau

Quant au canal déférent, il peut ou constituer un canal indépendant, ou, comme chez les batraciens, être confondu avec les voies par lesquelles s'écoule l'urine, ou bien, enfin, manquer totalement. Chez des poissons inférieurs, la *lamproie*, par exemple, les spermatozoïdes tombent dans la cavité abdominale et sont expulsés par un pore génital.

§ 29.

ORGANES MALES DE LA GRENOUILLE.

Le mâle est ouvert et disséqué de la même manière que la femelle; il est préférable d'examiner les organes reproducteurs dès les premiers jours du printemps.

Les testicules sont deux corps elliptiques, d'un blanc jaunâtre, faisant fortement saillie à la partie antérieure des reins, près de leur bord interne (fig. 35, T).

En dilacérant un testicule, sur une plaque de verre, dans une goutte de lymphe, on obtient facilement une certaine quantité de sperme avec des spermatozoïdes animés, quelques-uns du moins, de leurs mouvements caractéristiques. Leur portion renflée ou tête est cylindrique, effilée et un peu recourbée en avant; le filament caudal est très long (fig. 36, *h*).

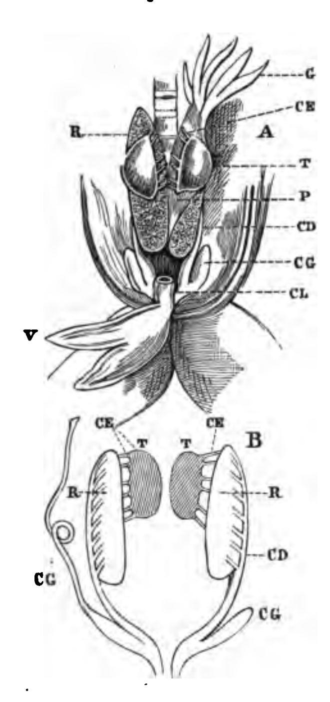
Nous résumons en quelques lignes la genèse des sper-

---

que durant un instant très court, trente secondes environ chez la *truite*, d'après M. Henneguy.



Figure 35.



ORGANES REPRODUCTEURS MALES DE LA GRENOUILLE.

A. Figure d'après nature.

T, testicule.
P, repli péritonéal.
G, corps graisseux.
CE, canaux efférents.
R, reins primordiaux.
CD, canal urospermatique.
CG, vésicule séminale.
CL, extrémité cloacale de l'intestin.
V, vessie urinaire.

B. Figure théorique.

CG, vésicule séminale de la grenouille.
CG', canal de Müller du crapaud.

(Le dessin pour être parfaitement exact devrait figurer le canal de Müller du crapaud s'ouvrant dans le cloaque par un orifice propre et non par l'intermédiaire du conduit urospermatique.)

matozoïdes de la grenouille rousse, d'après M. de La Valette-St-George[1] : des follicules ou petits sacs, limités chacun par une membrane délicate tapissent la paroi des canalicules séminifères et font saillie dans leur intérieur. L'auteur les appelle *spermatocystes*. Les spermatocystes, d'abord fort petits, sont destinés à acquérir une taille assez notable. Leur contenu n'est d'abord qu'une cellule unique. Celle-ci, en se multipliant, suivant un mode sur lequel nous n'insisterons pas, donne finalement lieu à un grand nombre de corps cellulaires remplissant le spermatocyste.

Chacun de ces corps cellulaires se compose d'un noyau réfringent sphérique entouré d'une faible couche de protoplasme.

Le noyau se porte vers la périphérie, fait saillie à la surface du protoplasme, tandis que celui-ci émet au pôle opposé de la cellule un long filament animé de mouvements très vifs. Ensuite le noyau devient successivement pyriforme, puis cylindrique : le spermatozoïde est constitué. Sa tête est le résultat de la transformation d'un noyau; sa queue, une émanation du protoplasme d'une cellule (fig. 36).

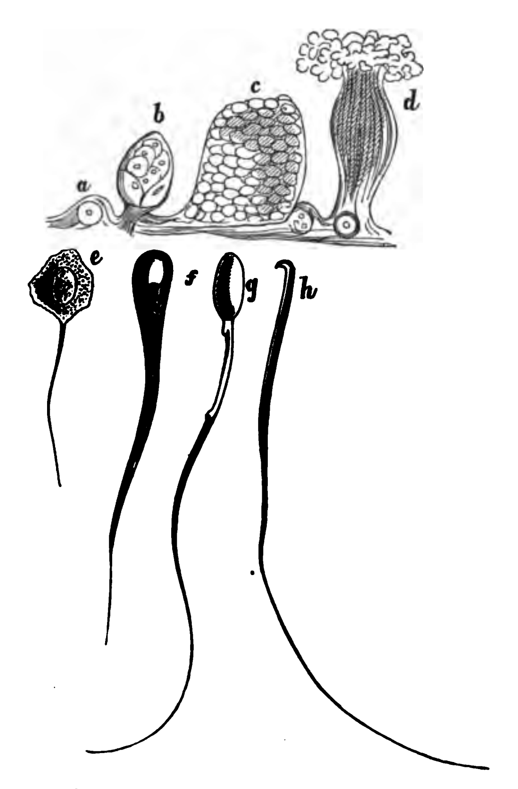
Les spermatozoïdes mûrs restent quelque temps ren-

---

1. *Die spermatogenese bei den amphibien.* (Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XII. 1876.) Depuis notre rédaction, un travail de Bloomfield (*Quarterly journal of microscopic science,* vol. XX, 1880, page 79) est venu modifier les idées sur la spermatogenèse. La science n'a pas dit son dernier mot sur ce sujet important.



Figure 36.



GENÈSE DES SPERMATOZOÏDES DE LA GRENOUILLE.

(Figures imitées de La Valette-St-George.)

a, b, c, d, développement du spermatocyste.
e, f, g, h, transformations du spermatozoïde.
h, forme définitive.

(Fort grossissement.)

fermés, réunis en faisceau, dans le spermatocyste, puis passent dans les canaux efférents du testicule.

Les canaux efférents (fig. 35, CE) se voient aisément à la loupe, s'étendant du testicule au rein correspondant, comme une série de tubes extrêmement fins. Ils pénètrent dans la substance du rein où ils s'abouchent avec des canalicules urinifères. Le sperme passe donc par l'intermédiaire des tubes rénaux, dans un canal commun dont nous avons déjà parlé page 163, longeant le bord externe de la glande rénale et servant à l'écoulement de l'urine et du sperme; à la fois, par conséquent, canal excréteur du rein primordial et canal déférent du testicule. Ce *conduit urospermatique* (fig. 35, CD) se renfle en une poche assez spacieuse, la *vésicule séminale* (CG) et aboutit finalement au cloaque[1].

Au moment où la femelle pond, opération qui se fait en général avec une grande rapidité, le mâle répand son sperme sur les œufs. Les spermatozoïdes pénètrent dans les enveloppes albumineuses, les traversent et viennent buter contre la fine membrane qui limite le vitellus. Ils perforent celle-ci à son tour et sont vraisemblablement la cause des orifices ou *trous vitellins*

1. Chez le crapaud ♂ (fig. 35, B), un long canal, le *canal de Müller* (CG'), qui aurait dû, dans notre dessin, être figuré s'ouvrant indépendamment dans le cloaque, représente l'oviducte de la ♀ conservé. Chez la grenouille ♂, le canal de Müller est rudimentaire et nous ne l'avons pas indiqué. (Pour plus de détails concernant les organes reproducteurs des amphibiens, voir : BALBIANI, *Leçons sur la génération des vertébrés*. Paris, 1879.)



que l'on observe à la surface du vitellus des œufs qui viennent d'être fécondés[1].

§ 30.

FÉCONDATION.

Que deviennent les spermatozoïdes dans l'œuf? La fécondation est une des phases les plus intéressantes de la vie de l'œuf; elle a fait le sujet de beaucoup de travaux récents qui sont venus éclairer d'une vive lumière des faits absolument mystérieux pour les naturalistes antérieurs à notre époque.

Nous ne décrirons pas spécialement les phénomènes chez les batraciens, ce qui nous entraînerait à trop de détails. Nous résumerons à grands traits les données générales qui semblent acquises.

La vésicule germinative, avons-nous dit (page 24), disparait dans l'œuf mûr; une partie de sa substance sort de la masse vitelline pour former ce que l'on nomme les *globules polaires*[2]; la portion restante vient occuper le centre du vitellus en constituant un noyau de nature essentiellement femelle, le *pronucleus femelle.*

D'un autre côté, au moment de l'imprégnation, lorsque

1. Van Bambeke, *Sur les trous vitellins que présentent les œufs fécondés des amphibiens*. (Bullet. Acad. royale de Belgique, 1870.)

2. Ces globules polaires sont figurés (fig. 3, 4, 5) flottant entre la ou les masses vitellines et les enveloppes de l'œuf.



le spermatozoïde pénètre dans le vitellus, il y a fusion d'une partie du protoplasme superficiel de celui-ci avec la substance du spermatozoïde et formation d'un noyau de nature essentiellement mâle, le *pronucleus mâle*, autour duquel les granulations vitellines se disposent en traînées rayonnantes.

Le pronucleus mâle s'enfonce dans l'œuf à la rencontre du pronucleus femelle; lorsque la distance est devenue relativement faible, le pronucleus femelle se met en marche à son tour. Les deux pronuclei s'appliquent l'un contre l'autre, puis se fusionnent, mélangeant ainsi la substance mâle et la substance femelle; produisant, en définitive, un noyau unique, le *premier noyau embryonnaire*, ou *noyau de segmentation*[1].

La fusion que nous venons de décrire et la constitution du premier noyau embryonnaire représentent la phase la plus intime des phénomènes de la fécondation. L'œuf est devenu actuellement une cellule douée d'une activité de multiplication endogène énergique; la segmentation va commencer. Celle-ci a été esquissée pour les mammifères (page 26 et suiv.); les indications que nous avons données alors suffisent pour faire comprendre ses allures générales et son but; nous ne reviendrons donc pas sur ce sujet, bien qu'il existe entre la segmentation de l'œuf de la grenouille et celle de l'œuf des mammifères des différences assez considérables.

---

1. Page 25 (fig. 3).

§ 31.

MÉTAMORPHOSES.

On sait qu'au moment de l'éclosion, le jeune de la grenouille n'a point l'aspect de l'adulte et doit subir une série de métamorphoses dont nous dirons quelques mots pour compléter notre sujet.

Au moment de la sortie de l'œuf, la larve est absolument apode; le corps est terminé postérieurement par une queue plate; des arcs cartilagineux faisant suite à l'hyoïde et séparés par des fentes (arcs branchiaux) portent les premiers rudiments de trois paires de branchies externes qui se développent rapidement et deviennent bientôt de grands appendices ramifiés. A cet instant, la structure du cœur qui ne comprend qu'une oreillette et un ventricule et la disposition des vaisseaux principaux sont semblables à ce qui existe chez les poissons. Sous cette forme et sous la suivante, le jeune batracien porte vulgairement le nom de *têtard*.

Puis les branchies externes s'atrophient; un repli de la peau recouvre les fentes branchiales primitives et ne laisse subsister qu'une petite ouverture impaire[1]; les parois des fentes qui séparent les arcs branchiaux se sont garnies d'une double rangée de lamelles branchiales

1. Le *spiraculum*, tantôt inférieur et médian, tantôt à gauche. Ce dernier cas s'observe, par exemple, chez le têtard de grenouille. (Lataste, *Division en familles naturelles des batraciens anoures d'Europe*. Revue internationale des sciences, tome II, 1878, page 488.)

en forme de peigne; une respiration branchiale interne a donc remplacé la respiration branchiale externe. L'animal possède un tube digestif très long enroulé en spirale; la bouche est armée de lames cornées formant une sorte de bec; l'alimentation est en partie végétale.

Les deux poumons apparaissent pendant cette phase; ils fonctionnent déjà que les branchies internes n'ont pas encore disparu. La circulation double incomplète s'établit; le cœur s'est modifié; il comprend actuellement un ventricule et deux oreillettes.

Dans les phases suivantes, les membres postérieurs apparaissent, l'appareil branchial s'atrophie; puis les membres antérieurs formés depuis un certain temps, mais renfermés sous la peau et la couche musculaire sous-jacente dans une poche dépendant de la chambre branchiale [1], sont rendus libres par une mue. Le bec corné tombe; le batracien ne se nourrit plus que de substances animales; sa queue s'atrophie de la pointe vers la base; il a revêtu enfin la forme de petite grenouille.

On commettrait une erreur en se figurant que des faits analogues ne s'observent que chez quelques autres groupes d'animaux. Tous, après la naissance, subissent des métamorphoses; l'homme lui-même, qui naît cependant si parfait, en offre une très remarquable du côté

1. Lataste, *Étude sur le Discoglosse* (Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, tome XXXVIII, page 298).

de l'appareil circulatoire ; la structure du cœur se modifie et, au moment où la respiration pulmonaire s'établit, la circulation, en ce qui concerne la nature artérielle ou veineuse du sang qui circule dans les divers vaisseaux, est en quelque sorte l'inverse de ce qu'elle était pendant la vie fœtale.

Les métamorphoses ne sont qu'un développement se continuant en dehors de l'œuf. Elles seront d'autant plus marquées que le développement dans l'œuf aura été moins complet. Les animaux à métamorphoses longues et profondes peuvent donc être considérés comme des êtres à naissance normalement anticipée.

§ 32.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES VERTÉBRÉS.

L'étude anatomique et physiologique de la grenouille va nous permettre de résumer en connaissance de cause les caractères généraux du sous-embranchement des vertébrés :

1° Une section transversale ou longitudinale du corps d'un vertébré montre constamment l'existence de deux cavités principales, l'une dorsale, l'autre ventrale, séparées par une cloison complète. La cavité dorsale ou *neurale* loge les parties centrales du système nerveux ; la cavité ventrale ou *viscérale* renferme le cœur, le tube digestif et la portion du système nerveux qui préside aux fonctions végétatives.

2° Pendant l'état embryonnaire, l'axe de la cloison qui sépare les cavités neurale et viscérale est occupé, chez tous les vertébrés, par un cordon cellulaire cylindroïde, la *corde dorsale.* Cette corde dorsale peut persister durant toute la vie, mais elle est le plus souvent remplacée plus ou moins complètement par une *colonne vertébrale.*

3° L'endosquelette est très développé. Les vertébrés n'ont jamais plus de deux paires de membres. Les muscles du tronc sont divisés en segments ou *myotomes.*

4° Lorsqu'ils possèdent des organes masticateurs, ceux-ci sont portés par la muqueuse buccale ou implantés sur des mâchoires faisant partie de la tête. Jamais ces organes ne sont des membres modifiés[1].

5° Leur appareil circulatoire est constitué par des vaisseaux à parois propres et ne comprend qu'un seul cœur sanguin valvulaire. Le sang veineux qui revient du canal digestif au cœur est d'abord conduit au foie.

6° Le sang est, dans l'immense majorité des cas, rouge, et comprend un plasma incolore, véhicule des substances albuminoïdes nutritives, et des globules hématiques colorés, véhicules de l'oxygène[2].

---

1. Allusion à ce qui s'observe chez les articulés (insectes, crustacés, arachnides, etc.).

2. Ce résumé est emprunté en grande partie à M. Huxley : *A Manual of the anatomy of vertebrated animals,* Londres, 1871.

§ 33.

SUBDIVISION DU GROUPE DES VERTÉBRÉS.

Il faut se pénétrer de cette idée qu'en zoologie les classifications ne sont qu'un moyen et non le but.

La nature n'a pas classé les animaux par embranchements, classes, ordres, familles, genres et espèces. C'est nous qui, pour nous retrouver dans cette quantité prodigieuse de formes différentes, cherchons à introduire dans l'étude un ordre méthodique. Comme il existe incontestablement des êtres voisins les uns des autres et des êtres différant par des caractères anatomiques et morphologiques importants, nous profitons de ces données pour placer les uns côte à côte et les autres à distance dans nos livres ou nos collections.

Malheureusement, comme les affinités ou les dissemblances sont parfois très difficiles à apprécier, et que l'appréciation elle-même est basée sur des idées premières variables de naturaliste à naturaliste, il existe presque autant de classifications que de zoologues.

Une théorie relativement vieille, mais à laquelle le grand naturaliste anglais Ch. Darwin a donné un corps et des bases, connue sous le nom de *Darwinisme*, de *théorie de la descendance* ou de *théorie de l'évolution*, fait descendre toutes les formes animales, par des modifications graduelles, d'un petit nombre de types anciens. Si nous pouvions avec sûreté déterminer les liens de filiation ou de parenté qui relient, dans cet

ordre d'idées, les êtres entre eux, nous posséderions une classification vraie et naturelle en forme d'arbre généalogique. On a tenté de nombreux essais; mais, malgré ses immenses progrès, la science est encore trop à ses débuts pour que l'on puisse considérer ce qui a été fait dans ce sens comme définitif[1].

Quoi qu'il en soit, les classifications zoologiques sont éminemment utiles. Si elles sont basées à la fois sur la structure anatomique, le développement embryonnaire, des détails physiologiques et la forme, elles permettent d'embrasser en quelque sorte, par la pensée, le règne animal entier, en meublant la mémoire d'un nombre énorme de faits tous enchaînés les uns aux autres.

Ainsi, par exemple, il suffit d'avoir retenu que le *tigre* est un *mammifère* pour en déduire immédiatement presque toute son organisation : mammifère, il appartient au groupe des vertébrés; tous les caractères généraux des vertébrés lui sont donc applicables. Il possède, de plus, la structure spéciale des animaux à mamelles ; leurs poils, la forme particulière de leur squelette, leur cœur à quatre cavités, leur respiration pulmonaire, leur température, leur mode de reproduction, etc., etc.; et, si le classificateur a ajouté que le tigre est un mammifère *placentaire, carnivore, digitigrade,* et enfin un *félien,* le naturaliste moderne qui n'aurait, par hypothèse, jamais vu de tigre, verrait

---

1. Voyez chapitre XIII, l'exposé de la théorie de l'évolution.

cependant si bien cet animal par les yeux de l'esprit qu'il pourrait le dessiner d'une façon presque exacte, n'hésitant que sur la taille et la couleur.

Nous donnons ci-dessous une classification ou subdivision du sous-embranchement des vertébrés, en nous bornant aux grandes coupes et en ajoutant des exemples choisis, autant que possible, parmi les animaux communs vraisemblablement connus du lecteur.

PREMIER TYPE.

MAMMIFÈRES.

(Zoogdieren.)

Des mamelles; la peau en général garnie de poils; deux condyles occipitaux; mâchoire inférieure articulée directement avec le crâne sans pièces suspensives intermédiaires. Des dents ordinairement de trois formes différentes; un muscle diaphragme développé constituant une cloison complète entre les cavités thoracique et abdominale; cœur à quatre cavités; circulation double complète. Globules sanguins petits et sans noyau apparent.

On connait environ 2300 formes vivantes; 77 ont été observées en Belgique (en y comprenant les mammifères domestiques et 14 cétacés capturés le long de nos côtes).

CLASSE UNIQUE.

MAMMIFÈRES.

Ire SOUS-CLASSE.

PLACENTAIRES.

Un placenta. Développement très avancé au moment de la naissance.

IIe SOUS-CLASSE.

IMPLACENTAIRES.

Point de placenta. Développement tres incomplet au moment de la naissance.

ORDRES :

IMATES . . . . *Homme.* *Singes* (apen) : *Simia,* Orang (boschmensch); *Gorilla,* gorille, *Troglodytes,* chimpanzé; *Hylobates,* gibbon; *Macacus,* macaque; *Cynocephalus,* cynocéphale; *Mycetes,* hurleur; *Hapale,* ouistiti; etc.

OSIMIENS (Halfapen) . . . . . . — *Lemur,* maki; *Tarsius,* tarsier; etc.

EIROPTÈRES (Vledermuizen) . . . — *Vespertilio,* chauve-souris; *Plecotus,* oreillard (grootoor); *Pteropus,* roussette (vliegende hond); etc.
auves-souris).

SECTIVORES (Spitsdieren) . . . . — *Erinaceus,* hérisson (egel); *Talpa,* taupe (mol); *Sorex,* musaraigne (spitsmuis); etc.

NGEURS (Knaagdieren) . . . . . — *Lepus,* lièvre (haas); *Arctomys,* marmotte (bergrat); *Sciurus,* écureuil (eekhoorn); *Castor* (bever); *Mus,* rat, souris (rat, muis); etc.

RNIVORES (Roofdieren) . . . . . — *Ursus,* ours (beer); *Canis,* chien, loup (hond, wolf); *Vulpes,* renard (vos); *Felis,* chat, lion, tigre (kat, leeuw, tijger); *Phoca,* phoque (zeehond); etc.

OBOSCIDIENS (Olifanten). . . . . — *Elephas,* éléphant (olifant); etc.

TACÉS (Waldieren) . . . . — *Balæna,* baleine (walvisch); *Delphinus,* dauphin (dolfijn); *Phocæna,* marsouin (bruinvisch); etc.

RÉNIDÉS (Sirenen). . . . . — *Manatus,* lamantin (lamantijn); *Halicore,* dugong; etc.

GULÉS (Gehoefdedieren). . . . . — *Bos,* bœuf (rund); *Ovis,* mouton (schaap); *Antilope,* antilope; *Cervus,* cerf (hert); *Camelopardalis,* girafe (kameelpardel); *Camelus,* chameau (kameel); *Hippopotamus,* hippopotame (nijlpaard); *Sus,* porc (zwijn); *Equus,* cheval (paard); *Rhinoceros* (neushorendier); etc.

DENTÉS (Tandeloozedieren) . . . . — *Bradypus,* bradype (luijaard); *Dasypus,* tatou (gordeldier); etc.

ARSUPIAUX (Buideldieren) . . . . — *Macropus,* kanguroo (kanguroo); *Didelphis,* sarigue (buidelrat); etc.

ONOTRÈMES (Vogelbekdieren). . . — *Ornithorhynchus,* ornithorhynque (vogel bekdier); *Echidna,* échidné.

DEUXIÈME TYPE.

SAUROPSIDES. (Σαῦρος, lézard, reptile; ὄψις, apparence.)

Un seul condyle occipital; mâchoire inférieure articulée avec le crâne par l'intermédiaire d'un os suspenseur; diaphragme incomplet; globules sanguins elliptiques et nucléés. Toujours un cloaque. Ovipares ou ovovivipares.

Ire CLASSE.

OISEAUX.

(Vogels.)

Membres antérieurs transformés en ailes; corps couvert de plumes. Cœur à quatre cavités; circulation double complète. Température constante et élevée.

Le nombre des formes vivantes est d'environ 8000; 318 ont été observées en Belgique à l'état sauvage. Nos oiseaux domestiques sont au nombre de 11.

Ire SOUS-CLASSE.

CARINATES. (*Carinatus*, caréné.)

Sternum muni d'une carène médiane; om plate et coracoïdien formant un angle. Cla cules ordinairement fortes; muscles des ail bien développés. Barbules des plumes adhéra généralement entre elles. Volent ordinair ment bien.

IIe SOUS-CLASSE.

RATITES. (*Ratis*, radeau.)

Sternum dépourvu de carène; omoplate coracoïdien à peu près dans le prolongem l'un de l'autre; pas de clavicule; ailes imp pres au vol; membres postérieurs robuste Plumes souples, lâches et décomposées.

IIe CLASSE.

REPTILES.

(Kruipende dieren.)

Membres servant à la marche (les antérieurs exceptionnellement transformés en ailes chez certaines formes fossiles). Deux paires de membres, parfois une seule, ou membres tout à fait absents. Corps couvert d'écailles ou cuirassé. Cœur à 4 ou à 3 cavités. Circulation double incomplète. Température variable [1].

Le nombre des formes vivantes est environ de 1900; sept seulement se rencontrent en Belgique.

Ire SOUS-CLASSE.

CHÉLONIENS.

Corps renfermé dans une boite osseus quatre membres; point de dents. Organe mâ d'accouplement simple.

IIe SOUS-CLASSE.

HYDROSAURIENS.

Téguments coriaces ou à scutelles osseus dents implantées dans des alvéoles; quat membres plus ou moins modifiés pour la nat tion. Cœur à 4 cavités chez les formes viva tes. Organe mâle d'accouplement simple.

IIIe SOUS-CLASSE.

PLAGIOTRÈMES. (Πλάγιος, transversal; τρῆμα, trou, orifice.)

Peau écailleuse ou garnie de scutelles; d membres plus ou moins développés ou pas d membres. Ouverture cloacale en fente transve sale. Organe mâle d'accouplement double.

1. Nous empruntons la subdivision du groupe des Reptiles au *Traité de Zoologie* de Clau

ORDRES :

ACCIPITRES (Roofvogels). . . . . . — *Vultur*, vautour (gier); *Aquila*, aigle (arend); *Astur*, épervier (sperwer); *Otus*, hibou (uil); etc.

PASSEREAUX (Zangvogels) . . . . . — *Hirundo*, hirondelle (zwaluw); *Trochilus*, colibri (kolibrie); *Turdus*, grive (lijster); *Philomela*, rossignol (nachtegaal); *Corvus*, corbeau (raaf); *Passer*, moineau (musch); etc.

GRIMPEURS (Klimvogels). . . . . . — *Picus*, pic (specht); *Cuculus*, coucou (koekoek); *Psittacus*, perroquet (papegaai); etc.-

COLOMBES (Duiven) . . . . — *Columba*, pigeon (duif); tourterelle (tortelduif); etc.

GALLINACÉS (Hoenderachtige vogels) — *Pavo*, paon (pauw); *Phasianus*, faisan (fazant); *Meleagris*, dindon (kalkoen); *Gallus*, coq (haan); *Perdix*, perdrix (patrijs); etc.

ÉCHASSIERS (Steltloopers) . . . . . — *Ardea*, héron (reiger); *Ciconia*, cigogne (ooievaar); *Ibis*, ibis (ibis); etc.

PALMIPÈDES (Zwemvogels). . . . . — *Anas*, canard (eendvogel); *Cygnus*, cygne (zwaan); *Larus*, mouette (meeuw); etc.

STRUTHIONS (Struisachtige vogels) . — *Casuarius*, casoar (kasuaris); *Struthio*, autruche (struis); *Rhea*, nandou (Amerikaansche struis); *Apteryx*, apteryx.

CHÉLONIENS (Schildpadden) . . . . — *Testudo*, tortue (schildpad); *Emys*, émyde (ou Tortues). (zoetwater schildpad); *Chelonia*, chélonée (zee-schildpad); etc.

CROCODILIENS (Krokodillen) . . . . — *Crocodilus*, crocodile (krokodil); *Alligator*, caïman (kaaiman); *Gavialis*, gavial (snavelkrokodil); etc.

ENALIOSAURIENS . . . . — (Grands reptiles fossiles des mers secondaires, (ἐνάλιος, marin). *Plesiosaurus*, *Ichthyosaurus*, etc.).

SAURIENS (Hagedisachtige dieren) . — *Lacerta*, lézard (hagedis); *Chamoeleon*, ca- (ou Lézards). méléon (kameleon); *Anguis*, orvet (hazelworm); etc.

OPHIDIENS (Slangen). . . . . — *Coluber*, couleuvre (hei-aal); *Boa* (boa); *Py-* (ou Serpents). *thon*; *Vipera*, vipère (adder); *Crotalus*, crotale (ratelslang); etc.

TROISIÈME TYPE. — ICHTHYOPSIDES. (Ἰχθύς, poisson ; ὄψις, apparence.)

L'épiderme ne joue plus qu'un faible rôle dans la production de l'exosquelette. La corde dorsale persiste fréquemment comme axe du squelette et ne disparaît jamais complètement. La boite crânienne reste, au moins en partie, cartilagineuse. Quand la mâchoire inférieure existe, elle est reliée au crâne par un appareil suspenseur. La respiration est branchiale pendant une partie de la vie ou durant toute la vie. Cœur bi ou tri-loculaire. Température variable. Organes urinaires constitués par les organes excréteurs embryonnaires ou corps de Wolff conservés.

Ire CLASSE.

AMPHIBIES (OU BATRACIENS).

(Batrachers.)

Respirent par des poumons et des branchies permanentes ou t[...] toires. Cœur triloculaire à la fois artériel et veineux.

Le nombre des formes vivantes connues dépasse 400. En Belgiq[...] en a observé 13.

IIe CLASSE.

POISSONS.

(Visschen.)

Respiration exclusivement branchiale. Cœur biloculaire exclusivement veineux[1]. Les seuls vertébrés possédant des nageoires impaires médianes (soutenues par des rayons appartenant au squelette) ; les seuls aussi chez lesquels les membres ne présentent point les trois divisions (bras, avant-bras, main ; cuisse, jambe, pied) que l'on observe dans les classes plus élevées.

On évalue à 10000 le nombre des formes vivantes décrites. En Belgique, on a observé 110 formes plus ou moins communes et 7 formes dont l'apparition est rare ou accidentelle.

Ire SOUS-CLASSE.

PACHYCARDES[2]. (Παχύς, épais, co[...] καρδία, cœur ; cœur centralisé.)

La corde dorsale s'arrête dans la b[...] crâne à une certaine distance de l'ext[...] antérieure. Il existe une boite crânienn[...] cerveau différencié, des organes auditif[...] naux distincts. Le cœur est divisé en or[...] et ventricule ; le foie a la texture ordin[...]

IIe SOUS-CLASSE.

LEPTOCARDES[2]. (Λεπτός, mince ; κ[...] cœur ; point de cœur centralisé.)

La corde dorsale s'étend jusqu'à l'ext[...] antérieure du corps. Point de boite crân[...] Point de cerveau différencié. Organes au[...] absents ; organes rénaux d'une structur[...] simple. Cœur remplacé par des troncs v[...] laires contractiles ; foie douteux ; glob[...] sang incolores.

---

1. Les Dipnés qui établissent une transition très naturelle des Poissons aux Amph[...] font exception ; leur cœur est triloculaire, leur appareil respiratoire double, comp[...] branchies et de sacs pulmonaires.

ORDRES :

ɪɴᴏᴜʀᴇs (Vorschen) . . . . — *Hyla*, rainette (boomkikvorsch); *Rana*, grenouille (kikvorsch); *Bufo*, crapaud (pad); etc.

'ʀᴏᴅèʟᴇs (Salamanders). . . . . . . — *Salamandra*, salamandre (land-salamander); *Triton*, triton (watersalamander); *Proteus*, protée (proteus); etc.

ɪᴘᴏᴅᴇs (Blindslangen). . . . . — *Coecilia*, cécilie (blindslang).

)ɪᴘɴés[1] . . . . — *Protopterus*, protoptère; *Lepidosiren*, lépidosiren.

'ᴇʟéᴏsᴛéᴇɴs (Beenige visschen) . . — *Cyprinus*, cyprin (karpervisch); *Salmo*, saumon (zalm); *Clupea*, hareng (haring); *Anguilla*, anguille (aal); *Gadus*, gade (dorschvisch); *Pleuronectes*, plie (schol); *Perca*, perche (baars); *Trigla*, trigle (zeehaan); *Gasterosteus*, épinoche (stekelbaars); *Syngnathus*, syngnathe (zeenaald); *Ostracion*, coffre; etc.
(poissons osseux).

ɪᴀɴᴏïᴅᴇs (Glansschubbige visschen). — *Acipenser*, esturgeon (steur); *Lepidosteus*, lepidostée (beendersnoek); etc.

:ʟᴀsᴍᴏʙʀᴀɴᴄʜᴇs (Selachiers) . . . — *Squalus*, squale, requin (haai); *Raja*, raie (rog); *Torpedo*, torpille (sidderrog); *Chimoera*, chimère; etc.

ɪᴀʀsɪᴘᴏʙʀᴀɴᴄʜᴇs (Prikvisschen) . — *Petromyzon*, lamproie (prik); *Myxine*, myxine.
(Cyclostomes).

'ʜᴀʀʏɴɢᴏʙʀᴀɴᴄʜᴇs. . . . . — *Amphioxus* (le plus inférieur, le plus simple des vertébrés).

Les dénominations de Pachycardes et de Leptocardes sont appliquées par M. Haeckel semble des vertébrés : les Pachycardes sont pour lui les vertébrés proprement dits; eptocardes ne sont représentés aujourd'hui que par le seul *Amphioxus*.

CHAPITRE VI.

DEUXIÈME SOUS-EMBRANCHEMENT.

MOLLUSQUES

(*Molluscus*, de consistance molle)

WEEKDIEREN.

§ 1.

Pour fixer les idées du lecteur, nous citerons, comme formes communes appartenant à ce groupe, la seiche, le poulpe[1], les escargots, les limaces, les huîtres, les moules.

Les productions calcaires aux aspects si divers, aux couleurs souvent vives, à surface intérieure fréquemment nacrée, connues sous le nom vulgaire de *coquillages,* ne sont autre chose que des productions exosquelettiques de mollusques. Ce sont des enveloppes protectrices sécrétées par la peau de ces animaux et dans lesquelles, la plupart du temps, ils peuvent se mettre à l'abri en totalité ou en partie.

1. Vulgairement *pieuvre* sur les côtes de France.

La fraction des sciences zoologiques consacrée à l'étude et à la description des coquilles porte le nom de *conchyliologie;* elle trouve son application immédiate en paléontologie et en géologie.

La portion plus étendue de ces sciences qui embrasse l'étude complète des mollusques, c'est-à-dire non seulement l'étude des coquilles, mais des animaux qui les sécrètent, est la *malacologie.*

De même que pour les vertébrés, nous prendrons, comme exemple, une forme facile à se procurer et dont l'organisation résume, à peu près, tout ce que le groupe offre de caractéristique. Le mollusque choisi appartient à la classe des *Gastéropodes* (γαστήρ, ventre, πούς, pied); c'est l'*Arion empiricorum (Limax rufus),* appelé généralement limace rouge (gewone aardslak), grande limace ordinairement d'un rouge orangé[1], très abondante dans tous les bois et taillis un peu humides du pays[2].

---

1. Parfois d'un brun rougeâtre. Il existe une variété noire.

2. Il eût peut-être été préférable de choisir l'escargot des vignes, *Helix pomatia;* mais cette forme n'est commune que dans certaines régions déterminées; ainsi dans les Flandres elle est rare et quelques-uns de nos lecteurs pourraient avoir de la difficulté à se la procurer vivante.

§ 2.

EXAMEN DU MOLLUSQUE VIVANT.

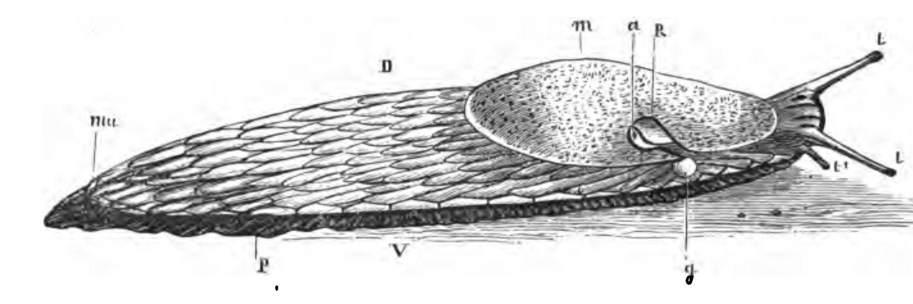
Quand on vient de saisir l'animal, il est contracté sous forme d'une masse demi-ovoïde n'ayant tout au plus que le quart de la longueur réelle à l'état d'extension. Bientôt, lorsque l'Arion ne se croit plus inquiété, il s'étend graduellement; on voit d'abord saillir les tentacules et la tête qui les porte, puis la partie antérieure du corps s'allonge et, enfin, le mollusque entièrement en extension, rampe lentement sur la surface où on l'a déposé, en laissant derrière lui, comme trace de son passage, une traînée de mucus brillant.

Étendu, l'Arion a la forme générale d'un fuseau coupé en deux suivant son grand axe et reposant sur le plan de reptation par la surface plane (fig. 37).

La face dorsale du mollusque a été appelée par M. Huxley, *face hématique* (αἷμα, sang), parce qu'elle est occupée par le cœur; sa coloration superficielle est ici le rouge orangé. La face ventrale est appelée, par le même auteur, *face neurale*. Ainsi qu'il est aisé de s'en assurer, elle développe inférieurement une large plaque elliptique, dépassant le corps tout autour par un bord très net. Cette plaque est, par dessous, d'un gris violacé, avec une bande médiane d'un jaune rougeâtre; son bord est orné sur la face supérieure de petits traits noirs tranchant sur un fond général orangé.

On désigne la plaque en question (fig. 37, P) sous le

Figure 37.



ARION EMPIRICORUM (d'après nature).

t, t,	tentacules oculiferes.	*g,*	orifice génital.
t',	tentacule de la deuxième paire.	D,	face hématique ou dorsale.
m,	manteau.	V,	face neurale ou ventrale.
R,	orifice respiratoire.	P,	bord du pied.
a.	orifice anal.	*mu,*	orifice de la glande à mucus.

nom de *pied*. Le pied des mollusques, qui n'a évidemment aucune analogie de structure ou d'aspect avec celui des vertébrés, est l'organe de progression de ces animaux. Il est toujours constitué par une expansion musculaire mobile de la face neurale du corps. Susceptible de se contracter dans divers sens et même souvent mu par des groupes de muscles distincts, il sert chez tous les mollusques qui ne sont point fixés par leur coquille ou d'autres attaches, à ramper sur le sol, les végétaux, les fonds marins, ou à glisser à la surface de l'eau (la face hémale étant alors tournée vers le bas)[1]. Quelques mollusques, comme les Patelles, utilisent leur pied en le transformant en ventouse; ils adhèrent ainsi fortement aux rochers des côtes, malgré l'action des vagues.

La contractilité du pied de l'Arion est facile à vérifier. Si l'on place l'animal sur le dos, ce qui l'inquiète et le pousse à se ramasser, on voit le pied se raccourcir, des plis transversaux nombreux s'y produisent, puis l'ensemble de la surface se courbe, de façon à rapprocher fortement l'extrémité céphalique du mollusque de l'extrémité postérieure.

Lorsqu'un de ces animaux rampe sur une plaque de verre, ou mieux sur la paroi interne d'un bocal de verre, plein d'eau, on peut voir par transparence à la face in-

1. Le pied ou certaines de ses parties profondément modifiées peuvent devenir des organes de natation rapide (voir le tableau qui termine ce chapitre).



férieure du pied, des zones transversales qui se succèdent et se déplacent à la façon d'ondes.

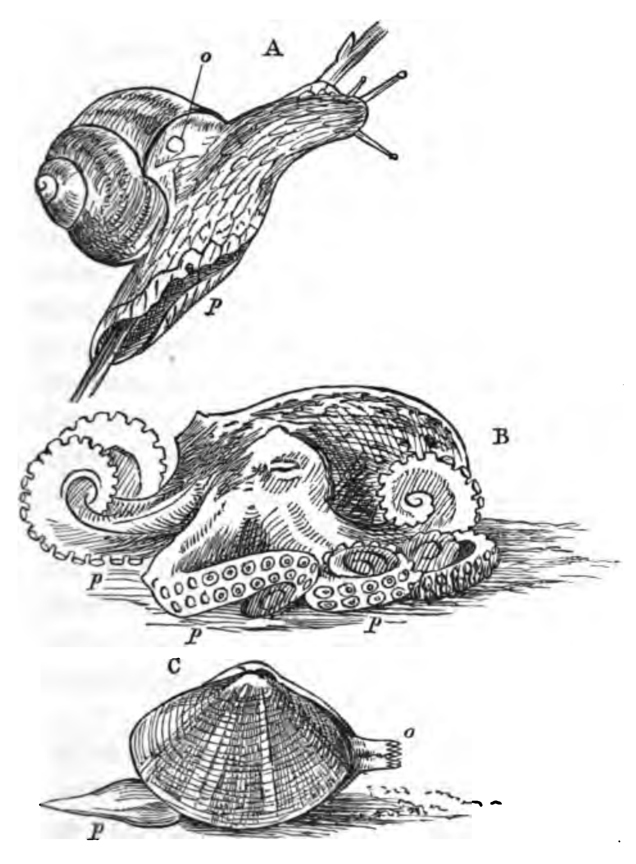
Chez les mollusques vrais à pied développé, cet organe peut offrir trois formes principales : 1° le pied en plaque elliptique ou circulaire des *Gastéropodes*, dont celui de l'Arion nous donne une idée suffisante[1]; 2° le pied des *Céphalopodes* (κεφαλή, tête, πούς, pied) actuellement vivants, divisé par de profondes incisions en une série de bras tentaculaires munis de nombreuses ventouses sur celle de leurs faces qui se met en contact avec le sol ou les objets que l'animal saisit (fig. 38, B, *p*); 3°, enfin, le pied des *Lamellibranches* affectant ordinairement l'aspect d'un prolongement charnu, linguiforme, de la face inférieure du corps, pouvant faire saillie par la fente comprise entre les deux valves de la coquille[2] (fig. 38, C, *p*).

La face dorsale de l'Arion est divisée en deux régions, l'une qui comprend environ les deux tiers postérieurs, est marquée de nombreux plis longitudinaux et obliques;

1. Le pied des gastéropodes anormaux des groupes des *Hétéropodes* et *Ptéropodes* fait exception. On trouvera quelques indications concernant le pied de ces animaux dans le tableau qui termine ce chapitre.

2. Chez la moule comestible *(mytilus edulis)*, le pied assez petit et brunâtre est ce que les ignorants appellent par erreur la *langue*. Il ne sert pas à la reptation; mais à sa base, comme à la base du pied d'autres lamellibranches fixés, existe un organe glandulaire sécrétant une substance spéciale susceptible d'être étirée en fils bruns résistants. Le faisceau de filaments ainsi produits et qui sert à suspendre le mollusque aux rochers ou aux piquets des brise-lames, porte le nom de *Byssus*.

Figure 38.



A, Helix pomatia. Escargot des vignes, $\frac{1}{3}$ gr. nat. (D'après nature.)

B, Octopus vulgaris, poulpe commun, $\frac{1}{10}$ gr. nat. (D'après un dessin inédit d'après nature de L. Frédericq.)

C, Mactra stultorum. Mactre commune, $\frac{1}{2}$ gr. nat. (D'après nature.)

o, orifice respiratoire (siphons dans la fig. C).

p, pied.

l'autre répondant au tiers antérieur, est finement chagrinée.

Il est aisé de voir, surtout par la dissection, que cette portion antérieure, légèrement bombée, est formée par un repli spécial des téguments. Le repli en question est le *pallium* ou manteau (fig. 37, *m*).

Entre le manteau des mollusques et le corps proprement dit (par exemple, dans le cas particulier de l'Arion, sous l'espèce de toit formé par le manteau), existe une cavité plus ou moins spacieuse, la *chambre palléale,* qui peut avoir des usages secondaires divers, mais qui est toujours, avant tout, le siège des organes respiratoires.

Sur le côté droit du manteau de l'Arion étendu, s'observe un large orifice elliptique que l'animal peut fermer à volonté, c'est l'*orifice respiratoire;* il donne accès à l'air dans la chambre palléale (fig. 37, R).

Le manteau a, chez les mollusques, une autre fonction importante : il sécrète la coquille. Celle-ci est composée d'une substance organique azotée, la *conchioline*[1], et de sels minéraux parmi lesquels le carbonate de calcium est le plus abondant.

La texture de la coquille peut se résumer comme suit : elle comprend généralement trois couches; l'externe, parfois brunâtre, nommée *épiderme*[2], souvent absente, est constituée par de la conchioline seule. La

1. Voisine de la *chitine* des articulés. (Voyez chapitre VII.)

2. Terme fautif : c'est une couche cuticulaire, comme toutes celles dont la coquille est formée.

moyenne, ou *couche calcifiée extérieure*, fréquemment la plus épaisse, siège principal des matières colorantes, se compose de petits prismes ou de plaques perpendiculaires ou obliques à la surface, formés de saccules à parois de conchioline et remplis par le sel calcaire. Enfin, la troisième, ou *couche calcifiée intérieure*, couche nacrée de beaucoup de coquilles, est le résultat de la superposition de lamelles plates alternatives de conchioline et de carbonate de calcium. L'éclat tout particulier qu'elle présente et que l'on imite très bien sur des surfaces métalliques est dû à des stries très fines, ondulées et parallèles.

L'épiderme et la couche calcifiée extérieure sont sécrétés par les bords du manteau. La couche calcifiée intérieure ou nacrée est sécrétée par la surface même de ce repli de la peau[1].

Le développement qu'acquiert la coquille est très variable. Elle peut manquer, n'être représentée que par un amas de granulations calcaires cristallines (Arion), être petite, rudimentaire et cachée par le manteau (limaces), ou bien elle peut atteindre des dimensions relatives telles que l'animal s'y loge complètement.

Les coquilles assez développées pour servir ainsi d'abri protecteur se ramènent aisément à deux formes principales : 1° un cône creux enroulé sur lui-même en

1. Chez les marchands de coquillages de nos ports de mer, on vend beaucoup de coquilles en apparence nacrées extérieurement. Ce sont le plus souvent des échantillons dont on a enlevé artificiellement la couche externe.



hélice (Gastéropodes : escargot, limnée, buccin, etc.); 2° deux cônes très obtus, largement ouverts, unis l'un à l'autre, dans le voisinage des sommets, par une charnière mobile répondant à la ligne dorsale de l'animal. Cette forme de coquille, dite *bivalve,* s'observe chez les Lamellibranches (moule, huître, mactra, unio, etc.).

Les Lamellibranches ont souvent les bords des valves de la coquille disposés de façon à permettre, par leur rapprochement, une occlusion complète. Un grand nombre de Gastéropodes ferment aussi leur coquille, mais par un autre mécanisme : une plaque discoïdale, l'*opercule,* formée de couches de conchioline, parfois accompagnées de substance calcaire, est portée par un lobe spécial à la partie postérieure et dorsale du pied. L'opercule clôt l'orifice de la coquille lorsque l'animal s'y rétracte. Les Arion n'ont nécessairement point d'opercule[1].

En résumé, la coquille des mollusques représente un *exosquelette.* Une partie des muscles de l'animal s'y insère et si l'on se rappelle qu'elle est sécrétée par le manteau et qu'elle recouvre la chambre respiratoire, on peut lui appliquer le terme de *pneumosquelette* proposé par Woodward.

A la partie antérieure du corps de l'Arion, existe une

---

1. Quant aux formes spéciales des coquilles, aux noms que l'on donne à leurs différentes parties, etc., il en sera question dans un autre volume de la Bibliothèque belge : *La paléontologie et la conchyliologie,* par M. Briart.

tête bien distincte. Dans certaines classifications, on a proposé le nom de *céphalophores* pour les mollusques possédant ainsi une portion céphalique différenciée (Ptéropodes, Gastéropodes, Céphalopodes). Inférieurement, la tête présente l'orifice buccal, dont nous reparlerons à propos de l'appareil digestif. Au-dessus de la bouche s'observent deux paires de *tentacules* rétractiles que les enfants appellent les cornes de la limace. Les tentacules de la paire inférieure semblent être seulement des organes du toucher; ceux de la paire supérieure portent chacun à leur extrémité un bouton sensoriel terminal probablement olfactif et, sur le côté de ce bouton, un œil de petite dimension (fig. 37, *t, t'*).

La rétraction de ces organes s'opère d'une façon particulière. Ils sont creux; un muscle qui en occupe l'axe et s'insère d'une part à la face interne du manteau et d'autre part au sommet du tentacule, retire ce sommet en dedans, comme un doigt de gant qu'on retourne (fig. 39, *t, t*).

Enfin, pour terminer la description des détails extérieurs, disons un mot des glandes et des sécrétions de la peau : la peau est molle et visqueuse. Si on soumet un Arion aux vapeurs d'éther ou de chloroforme, qui produisent une action plus ou moins irritante, le mollusque sécrète en abondance, par presque toute la surface du corps, un mucus visqueux très vivement coloré en orangé. Cette sécrétion est due à de nombreuses petites glandes cutanées dont les cellules renferment des granulations de pigment coloré.

Une glande cutanée plus importante sécrète le mucus incolore que l'Arion laisse sur le sol comme une traînée brillante. Son orifice est situé tout à fait à l'extrémité postérieure du corps, au-dessus du bout terminal du pied.

§ 3.

INDICATIONS PRÉALABLES POUR LA DISSECTION.

La grande contractilité du corps des Arion exige certaines précautions pour faire mourir ces animaux sans les amener à se ramasser sur eux-mêmes. A cet effet, on les plonge dans un bocal *entièrement* rempli d'eau et sur lequel on met un couvercle ou un bouchon, en évitant que de l'air se loge entre ce couvercle ou ce bouchon et le liquide. Les mollusques gastéropodes meurent ainsi en quelques heures, asphyxiés et complètement étendus, moins les tentacules cependant qui restent souvent rétractés en partie.

Si l'on préfère amener une mort plus rapide, on peut employer l'éther ou le chloroforme; mais alors l'animal contracté et couvert de mucus orangé doit être essuyé et soumis avant la dissection à des tractions longitudinales destinées à lui rendre une forme un peu plus allongée.

L'animal étant tué, la dissection, comme, du reste, celle des articulés, des vers et de la plupart des animaux inférieurs, s'opère sous l'eau. On se procure, dans ce but, un petit baquet peu profond, en métal ou en porcelaine, une boîte à sardines ou une boîte à savon, par

exemple[1], dont on garnit le fond soit d'une plaque de liége, soit d'une couche de cire. On y fixe le mollusque, le pied en bas, par quelques épingles courtes implantées dans le bord de ce pied; puis on verse de l'eau dans le baquet en quantité telle que l'animal soit entièrement couvert.

L'eau a pour effet de soutenir les organes délicats en les faisant flotter, et de les empêcher ainsi de rester tassés les uns sur les autres, ce qui rend difficile l'étude des rapports.

Au cours de la dissection, il est souvent nécessaire de renouveler l'eau qui se salit et se trouble assez rapidement.

§ 4.

APPAREIL DIGESTIF.

L'animal étant fixé, comme il est dit plus haut, on fend la peau, avec précaution, à l'aide de ciseaux, suivant une ligne qui longe tout le *côté gauche* du corps, à deux ou trois millimètres au-dessus du bord du pied.

---

1. Dans notre laboratoire nous faisons usage de baquets en zinc de différentes dimensions, et construits exprès; la lame de liége est maintenue au fond par de petites saillies métalliques soudées aux parois. Ceux qui emploieront l'un des instruments primitifs indiqués dans le texte empêcheront aisément la cire ou le liége de flotter, en mettant à cheval, sur les parois latérales du baquet, quelques pinces formées de bouts de fil de fer pliés en deux et assez longues pour descendre jusqu'au fond.

On renverse la peau du dos à droite et on la fixe, à droite, avec des épingles.

On trouve alors toute la cavité du corps occupée par les organes internes enroulés les uns autour des autres, sous forme d'un cylindre à structure complexe.

Quelques indications topographiques sont nécessaires ; nous renvoyons pour les lettres à la fig. 39, A, dessinée d'après un individu *entièrement* disséqué.

Tout à fait en avant s'observent de petits appendices noirs, les tentacules *(t, t)*; on coupera les muscles rétracteurs qui sont très visibles. Puis vient l'origine renflée du tube digestif ou pharynx *(ph)*, immédiatement sur la partie postérieure duquel est situé un collier blanc constitué par les centres nerveux *(x)*. Dans le voisinage de celui-ci sont deux glandes blanches, légères comme une dentelle, les glandes dites salivaires *(gs)*. Le reste de l'espèce de boudin formé par les viscères se compose de quatre catégories d'organes offrant souvent quatre teintes différentes, savoir : 1° antérieurement, quelques anses d'un canal blanc-jaunâtre, l'oviducte *(ov)*; 2° des tours à peu près alternatifs d'un canal vert-foncé ou verdâtre, le tube digestif *(im)*, et 3° d'un organe glandulaire énorme, à lobules nombreux, gris-foncé ou brun, la glande digestive *(gd)*; 4° tout à l'extrémité postérieure, une masse d'aspect glandulaire, violette, la *glande génitale hermaphrodite (gh)*.

Tous ces organes sont parcourus à leur surface par les ramifications très élégantes de canaux d'un blanc pur : les vaisseaux sanguins artériels. Enfin, ils sont,

de plus, reliés entre eux par des brides ou des lames conjonctives délicates.

La dissection de l'Arion n'est pas difficile; mais il faut, comme pour toute dissection un peu délicate, commencer d'une manière déterminée, si l'on veut réussir. On constatera que la glande génitale violette *(gh)* offre une profonde incision médiane, et que de la région antérieure de cette incision sortent deux canaux parallèles; l'un, d'un blanc de craie, est un vaisseau; on le coupe; l'autre, qui est, comme nous le verrons, un canal génital efférent, doit être respecté. Ceci fait, on déroule d'abord la glande digestive lobulée grise *(gd)*, en coupant tous les vaisseaux et toutes les lames minces qui la rattachent au canal alimentaire; on en déjette les masses à droite et à gauche; puis le reste se sépare aisément, toujours en coupant les vaisseaux. On étale les organes au fond du baquet comme dans la figure 39, A.

Supposons ces opérations effectuées avec lenteur et patience, et passons à l'étude des parties qui ont été ainsi isolées les unes des autres.

Le *tube digestif* est beaucoup plus long que le corps; il décrit deux anses principales et vient aboutir, à droite, par un anus distinct, tout près de l'orifice respiratoire. Comme chez beaucoup d'autres mollusques, le tube digestif est donc ployé en deux, de façon à ce que l'orifice anal se rapproche de l'orifice buccal.

Le canal est divisible, ainsi que celui des vertébrés, en intestin buccal, intestin moyen et intestin terminal.

La bouche est armée, à sa face supérieure, immédia-

Figure 39.

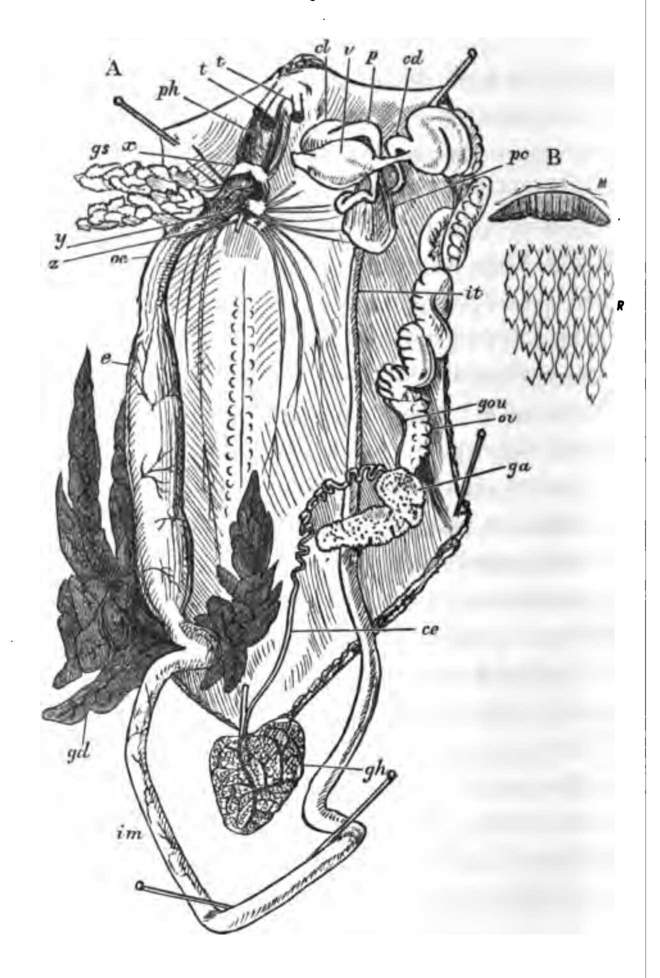


Figure 39.

A, ARION EMPIRICORUM disséqué au point de vue de l'appareil digestif, de l'appareil reproducteur et du système nerveux.

(D'après nature, réduit d'un tiers.)

t, t, tentacules rétractés; les muscles rétracteurs sont coupés.
ph, pharynx.
gs, glandes salivaires.
oe, œsophage.
e, sac stomacal.
gd, glande digestive.
im, intestin moyen.
it, intestin terminal.
gh, glande hermaphrodite.
ce, canal efférent.
ga, glande albuminipare.
gou, gouttière efférente.
ov, oviducte ou utérus.
cd, canal déférent.
p, penis.
v, vagin.
pc, poche copulatrice.
cl, cloaque.
x, ganglions cérébroïdes.
y, ganglions parieto-splanchniques.
z, ganglions pédieux.
+, position de l'otocyste.

B, M, mâchoire (grossissement 6).
R, fragment de la surface de la radula (grossissement 150).

tement en arrière d'un repli en forme de lèvre, d'une mâchoire de consistance cornée, brune, arquée, munie de sillons verticaux et de bords sinueux (fig. 39, B, M). C'est à l'aide de cet organe que l'Arion coupe les substances végétales dont il se nourrit. Il n'y a pas de mâchoire inférieure, mais le plancher du pharynx musculeux qui fait suite à la bouche est occupé par une saillie résistante, la *langue*, sur laquelle repose une lame transparente, la *radula* (*radula*, racloir), garnie, sur toute sa surface, d'innombrables petites dents siliceuses, pointues, disposées en rangées transversales serrées et se recouvrant plus ou moins comme des écailles de poisson (fig. 39, B, R).

La forme et le nombre des dents de la *radula* sont assez différents chez les divers mollusques gastéropodes pour fournir d'excellents caractères dans les classifications. Chez l'Arion, il y a 160 rangées de 101 dents chacune; la langue est large et courte, tandis que chez d'autres gastéropodes, les Patelles, par exemple, elle peut être très longue. Son extrémité antérieure fonctionne comme une lime, et des gastéropodes marins carnassiers, parmi lesquels nous citerons le Buccin ondé *(Buccinum undatum)*, si commun sur nos côtes, s'en servent pour perforer les coquilles d'autres mollusques. L'extrémité postérieure de la radula est enroulée sur elle-même en cornet ou en tube. Un tube court ayant cette origine détermine une saillie à la face inférieure du pharynx de l'Arion.

Dans le pharynx s'ouvrent les canaux excréteurs de



deux grandes glandes incolores, du type des glandes en grappes, à cellules sécrétoires rondes. On les a prises longtemps pour des glandes salivaires; cependant leur sécrétion n'est point comparable à la salive des vertébrés. Il résulte, en effet, des expériences de M. Fredericq, qu'elle est sans action sur les aliments; on n'y rencontre ni ferment transformant les féculents en glycose, ni ferment actif vis-à-vis des albuminoïdes[1]. Il est probable que les glandes en question sont des glandes à mucus dont le produit favorise le glissement des aliments dans l'œsophage (fig. 39, A, *gs*).

Ce qui suit de l'intestin antérieur se compose d'un œsophage et d'un tube stomacal rectilignes, s'étendant presque jusqu'à l'extrémité postérieure de la cavité du corps (fig. 39, A, *oe, e*).

L'intestin moyen est excessivement long; il débute par un coude brusque, se dirige en avant en s'enroulant en partie autour de l'estomac, puis se replie en arrière, pour reprendre enfin une direction antérieure. A son origine, immédiatement après le pylore, le liquide sécrété par l'énorme glande que nous avons déjà signalée sous le nom de *glande digestive* (fig. 39, A, *gd*), y est déversé par des conduits assez larges.

Cette glande, composée de deux lobes allongés, divisés eux-mêmes en lobules nombreux, a porté et porte encore dans beaucoup d'ouvrages le nom de *foie;* sa sé-

1. *Sur la digestion des albuminoïdes chez quelques invertébrés.* (Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 2e série, tome XLVI, 1878, page 213.)



crétion, d'un brun plus ou moins jaunâtre ou verdâtre, a nécessairement été considérée comme de la bile. Nous avons déjà dit qu'il n'existe ni foie, ni bile par conséquent, en dehors des vertébrés. Toutes les recherches modernes le prouvent.

D'après les expériences de MM. Frédericq[1] et Krukenberg[2], le liquide sécrété chez l'Arion, par la glande en question, dissout les albuminoïdes et renferme de plus un ferment transformant la fécule en glycose. Le produit de sécrétion ne renfermant, du reste, ni acides biliaires, ni matières colorantes de la bile, il convient de rejeter définitivement le terme de foie appliqué à la glande annexe du tube digestif de l'arion et de tous les mollusques.

Nous répéterons, avec M. Frédericq : « Le prétendu foie de la limace est donc une glande digestive que l'on ne pourrait mieux comparer qu'au pancréas des vertébrés[3] ».

A l'intestin moyen fait suite un intestin terminal plus étroit, aboutissant, à droite, tout près de l'orifice respiratoire, entre deux petites lèvres placées au bord postérieur de cet orifice (fig. 37, *a*).

Afin de ne pas sacrifier, dans la dissection, des organes

---

1. Travail cité (note de la page 215).

2. *Versuche zur Vergleichenden Physiologie der Verdauung.* (Unters. aus dem physiol. Institute der Univ. Heidelberg. 1878.)

3. Il est bien entendu qu'il ne s'agit ici que d'un rapprochement et non de l'affirmation d'une *identité.*

importants qui ne peuvent guère s'étudier qu'après la suppression de certaines parties de l'appareil génital, nous ne suivrons pas l'ordre adopté pour la description de la grenouille et nous nous occuperons, dès ce moment, des organes de reproduction.

§ 5.

APPAREIL REPRODUCTEUR.

L'Arion, comme les limaces proprement dites, les helix et un grand nombre d'autres gastéropodes, est hermaphrodite; seulement l'hermaphrodisme est insuffisant, c'est-à-dire que l'individu, tout en produisant à la fois des œufs et des spermatozoïdes, ne féconde pas lui-même ses propres œufs; un rapprochement sexuel entre deux individus est nécessaire; chacun de ceux-ci fécondant les œufs de l'autre.

Chose très curieuse, on ne trouve point ici un ovaire et un testicule distincts; les fonctions des deux glandes sexuelles sont remplies par un seul et même organe appelé, pour ce motif, *glande hermaphrodite* ou *ovotestis* (fig. 39, A, *gh*).

La glande hermaphrodite est constituée par la réunion d'un nombre très considérable de follicules ou culs de sac ovoïdes. Ces follicules sont à la fois le siège de la production d'œufs et de spermatozoïdes. Les ovules dérivent des éléments du revêtement épithélial du fond des follicules; les spermatozoïdes dérivent d'éléments

épithéliaux situés, au contraire, à une certaine distance de ce fond[1].

La production des ovules et des spermatozoïdes chez les gastéropodes hermaphrodites n'est généralement pas simultanée; à un moment donné, un follicule ou même la glande entière peuvent donner lieu soit exclusivement à des spermatozoïdes, soit exclusivement à des œufs. La formation des produits mâles précède en général celle des produits femelles.

Les œufs ovariens ont une composition très simple; les spermatozoïdes sont remarquables par la grande longueur de leur filament terminal.

Les produits des divers follicules passent dans un canal commun, le *canal efférent* (fig. 39, A, *ce*), qui sort de la glande à sa partie antérieure. Assez étroit, d'abord rectiligne, ce canal devient sinueux, longe l'estomac, puis aboutit à un tube beaucoup plus large, l'*oviducte* ou *utérus* (fig. 39, A, *ov*). En cet endroit existe une glande très développée, la *glande albuminipare* (fig. 39, A, *ga*), sécrétant vraisemblablement la couche d'albumine qui enveloppe le vitellus de chaque œuf.

Depuis la glande hermaphrodite jusqu'au point d'insertion de la glande albuminipare, œufs et spermato-

1. C'est, du moins, ce que l'on admet en général. Bronn, dans : *Die Klassen und Ordnungen des Thierreichs* Abtheilung 3, pl. cv, fig. 4, figure absolument l'inverse, les spermatozoïdes naissant dans le fond et les œufs plus près de l'orifice des follicules.



zoïdes doivent parcourir exactement la même route. A partir du point en question, les œufs et les spermatozoïdes cheminent par des voies parallèles et séparées. En effet, toute la partie élargie du canal commun se compose d'un tube à grand diamètre, offrant des boursouflures ou des plis, l'*utérus* ou *oviducte,* longé, sur un de ses côtés, par une gouttière étroite faisant directement suite au canal efférent de l'ovotestis : la *gouttière efférente* (fig. 39, A, *gou*).

Les spermatozoïdes suivent la gouttière; les œufs, au contraire, écartent les lèvres de celle-ci et passent dans la portion large. On peut donc considérer l'ensemble comme formé d'un oviducte et d'un canal déférent parallèles, mais communiquant l'un avec l'autre, par une fente dans toute leur longueur.

Vers l'extrémité antérieure du corps du mollusque, à peu près à la hauteur de l'orifice respiratoire, la gouttière efférente se transforme en tube complet indépendant et porte alors le nom de *canal déférent* (fig. 39, A, *cd*). Celui-ci aboutit à un organe de rapprochement sexuel, le *penis,* rétracté au repos dans la cavité du corps, mais susceptible de se déployer et de faire saillie par l'orifice génital (fig. 39, A, *p*).

L'oviducte devenu indépendant aussi prend la dénomination de *vagin*. Une poche spacieuse, la *poche copulatrice* ou *spermatothèque,* lui est annexée et est destinée à recevoir le liquide séminal de l'individu avec lequel l'Arion s'accouple (fig. 39, A, *pc*).

Les conduits mâle et femelle aboutissent à un cloa-

que génital n'offrant qu'un orifice externe commun, situé à droite, immédiatement sous l'orifice respiratoire[1] (fig. 37, *g*).

Dix à douze jours après l'accouplement, les Arion pondent chacun une quarantaine d'œufs blancs, parfaitement sphériques, semblables à des perles mates de 4 millimètres de diamètre. Nous exposerons plus loin (§ 8, page 234) les faits principaux du développement embryonnaire des gastéropodes.

§ 6.

CŒUR ET APPAREIL CIRCULATOIRE, ORGANE URINAIRE, APPAREIL RESPIRATOIRE.

L'Arion ayant été disséqué et les différents organes étant étalés comme dans la figure 39, on coupe les insertions du penis et du vagin au cloaque, et on rejette en arrière l'ensemble des organes reproducteurs. On trouve alors la région de la paroi du corps située à la hauteur de la partie postérieure du manteau et qui se trouvait cachée par la fin de l'oviducte, le vagin, etc., occupée par une lame discoïde peu épaisse, un peu translucide, sous laquelle on devine l'existence d'organes légèrement brunâtres. Du milieu de cette lame on voit sortir deux vaisseaux sanguins d'un fort calibre.

---

1. Chez les *limax* proprement dits, comme la limace des caves, par exemple, l'orifice génital est situé près du tentacule oculifère droit; par conséquent loin de l'orifice respiratoire.

Cœur. Si, introduisant la pointe des ciseaux au point de sortie des vaisseaux que nous venons d'indiquer, on fend la lame translucide, on met à nu le cœur du mollusque entouré d'un péricarde. Ce cœur, exclusivement artériel, est divisé en deux chambres successives : une oreillette antérieure à parois minces, recevant le sang de l'appareil respiratoire, et un ventricule postérieur à parois épaisses, se continuant en un tronc aortique qui se divise presque immédiatement en deux branches ; l'une, l'*artère céphalique* ou *aorte antérieure,* se dirigeant en avant, distribuant ses ramifications aux organes situés dans les régions antérieures du corps et pénétrant enfin dans le pied ; l'autre, l'*artère viscérale* ou *aorte postérieure,* se dirigeant en arrière et fournissant les innombrables ramifications artérielles dont nous avons constaté la présence à la surface des intestins, de la glande digestive, etc.

Ces ramifications sont, nous l'avons déjà signalé, d'un blanc pur, aspect qui est dû à la présence d'abondantes concrétions calcaires dans les parois des vaisseaux.

Malgré la richesse de ces ramifications vasculaires, il n'existe, chez les Gastéropodes (comme chez les Lamellibranches), ni réseau capillaire, ni réseau veineux[1]. Le sang s'épanche dans un système de lacunes[2] parcou-

1. Voyez pages 135 et 143.

2. En thèse générale, une *lacune* diffère d'un *vaisseau* en ce qu'elle n'a pas de parois propres, qu'elle ne constitue qu'un espace limité par le tissu conjonctif des organes ou qui sépare les organes.



rant l'enveloppe musculo-cutanée de l'animal et les interstices compris entre les organes de la vie végétative. Ces lacunes sont en communication avec la cavité générale du corps qui fonctionne ainsi comme un grand réservoir sanguin.

Les voies lacunaires jouent donc les rôles de capillaires, de veines et de vaisseaux lymphatiques. Le sang revient, par leur intermédiaire, vers les organes de respiration.

Les Céphalopodes à tous égards si remarquables par leur complication organique, diffèrent de tous les autres mollusques par l'existence d'un appareil circulatoire complet. En effet, sauf un vaste sinus veineux entourant une grande partie du tube digestif, le système des lacunes est, chez eux, entièrement remplacé par un riche réseau capillaire et de véritables veines.

Le sang des mollusques se compose encore d'un plasma et de globules; mais les globules sont relativement peu abondants, incolores et ne semblent jouer qu'un rôle secondaire.

Deux faits principaux très importants résultent des recherches récentes faites sur les sangs du poulpe, des arion, des helix et des crustacés :

1° Chez tous ces invertébrés, le *plasma* renferme une substance analogue à l'hémoglobine des globules hématiques des vertébrés, mais qui, au lieu de contenir du fer, contient du cuivre et offre la propriété remarquable de former avec l'oxygène une combinaison oxygénée peu stable, *bleue*. Le sang de ces animaux bleuit



donc au contact de l'air. M. Fréderícq a proposé, avec raison, pour cette substance si caractéristique, le nom d'*hémocyanine*.

2° Tandis que, dans le sang des vertébrés, il existe un partage de fonctions, la fonction nutritive étant dévolue au plasma et la fonction respiratoire aux globules, chez les mollusques, les articulés et probablement tous les animaux qui leur sont encore inférieurs, le plasma réunit ces deux propriétés; est, à la fois, véhicule de substances nutritives et véhicule d'oxygène, les globules n'ayant plus la signification physiologique de ceux des vertébrés[1].

Rein. En mettant le cœur à découvert, l'opérateur aura probablement plus ou moins déchiré les parois d'un organe glandulaire de couleur fauve ou d'un brun jaunâtre très pâle, la *glande rénale*. Interposé entre le cœur et l'appareil respiratoire, entourant le cœur en forme d'anneau incomplet, surtout développé à droite (le manteau étant supposé intact), l'organe urinaire offre une structure assez curieuse. C'est un sac dont la paroi se relève au-dedans en nombreuses lames rappelant plus ou moins, par leur disposition, les feuillets d'un livre entr'ouvert. De grandes cellules sécrétoires revêtent ces lames et produisent un liquide ainsi que des concrétions solides, souvent cristallines et volumi-

1. Voyez surtout Frédéricq : *Sur l'organisation et la physiologie du Poulpe* et *Note sur le sang du homard*. (Bull. Acad., tomes XLVI et XLVII, 1878 et 1879.)



neuses, renfermant de l'acide urique et diverses autres substances. Les produits de sécrétion s'écoulent au dehors par un canal accompagnant l'extrémité de l'intestin terminal et aboutissant près de l'orifice respiratoire.

Nous ajouterons quelques indications touchant les reins des autres mollusques. L'organe rénal des Lamellibranches est placé aussi dans la région dorsale du corps, dans le voisinage immédiat du cœur et de l'appareil respiratoire. Il est pair et porte le nom d'*organe de Bojanus*[1]. Chez les Céphalopodes, les organes urinaires pairs sont des corps spongieux très développés, en forme de grappes, annexés à de gros troncs veineux se rendant aux branchies. Ils sont habités par des légions de parasites, les *dicyemides*, représentants actuels de l'embranchement des mésozoaires dont il sera question au chapitre XI[2].

---

1. Bojanus a donné une description de ces organes dès 1819.

2. Le cadre restreint de cet ouvrage ne nous permet pas d'aborder la description d'autres organes sécrétoires curieux que présentent de nombreux mollusques. Nous signalerons cependant deux sécrétions intéressantes entre toutes :

1° Chez la plupart des céphalopodes, un organe sacciforme, la *poche à encre,* s'ouvre dans la cavité du manteau et produit la matière pigmentaire d'un brun foncé utilisée dans l'aquarelle sous le nom de sépia. Lorsque l'animal est inquiété, attaqué par un poisson, par exemple, il expulse brusquement l'eau de la cavité respiratoire et le contenu de la poche à encre. Le recul lui permet de fuir en arrière avec vitesse, mais il laisse dans l'eau, à l'endroit qu'il occupait, un nuage noirâtre de sépia qui le dérobe à la vue de l'ennemi. Le nom de *inktvisschen* donné en flamand à la seiche et à d'autres céphalopodes rappelle

Appareil respiratoire. Nous avons déjà dit, à propos du manteau et de la chambre palléale, que cette dernière est toujours le siège de l'appareil respiratoire. Les organes affectés à la respiration des mollusques sont, en effet, constamment formés aux dépens des parois de la chambre en question.

Dans le plus grand nombre des cas, les mollusques offrent la respiration aquatique.

La chambre palléale, traversée par un courant d'eau déterminé soit par des contractions du manteau, soit par le mouvement de cils vibratiles, présente à sa face interne de grands replis ou des expansions diversement découpées qui, parcourues par le sang de l'animal, constituent des *branchies*. Les branchies des mollusques peuvent affecter trois dispositions principales que nous indiquerons brièvement :

a) Les branchies, au nombre de quatre, deux de chaque côté du corps, sont de grandes lames demi-elliptiques, couvertes de cils vibratiles. (Mollusques lamellibranches.)

Ou bien les deux bords du manteau des lamellibranches sont en grande partie libres, et l'eau entre dans la chambre palléale par la fente comprise entre ces bords. (Lamellibranches *asiphonés* : moule, par exemple.)

---

ce fait. 2° Des Gastéropodes du genre *murex (m. trunculus, m. brandaris)* possèdent dans la chambre branchiale une glande spéciale distincte du rein, dont le produit d'abord incolore prend rapidement, sous l'influence de la lumière, une belle couleur pourpre ou violette. C'est la pourpre des anciens.



Ou bien les bords du manteau sont unis et se prolongent du côté anal ou postérieur de l'animal en deux tubes cylindriques séparés ou renfermés dans une gaîne commune et dont l'ensemble forme ce que l'on appelle le *siphon*. L'eau aérée, chargée de particules alimentaires, pénètre par un des tubes; celle qui s'est chargée d'acide carbonique et qui tient en suspension les produits urinaires et les résidus de la digestion sort par l'autre. Des muscles spéciaux servent à la rétraction du siphon. (Mollusques lamellibranches *siphonés* : mactre, par exemple, fig. 38, C, *o*.)

b) Les branchies, au nombre de deux ou de quatre, à situation symétrique, ont la forme de pyramides aiguës, composées soit d'un grand nombre de petites lamelles serrées les unes contre les autres, soit de nombreux plis contournés. (Mollusques céphalopodes.)

c) Les branchies, rarement symétriques, parfois constituées par un organe impair, sont des appendices lamellés, pinnés ou pectinés, rappelant souvent une plume par leur axe et leurs lamelles. (Gastéropodes branchiés.) Elles sont situées, par rapport au cœur, en avant de cet organe (Gastéropodes *prosobranches*, πρόσω, en avant, exemples : buccin, paludine); ou en arrière (*opisthobranches*, οπισθεν, en arrière, à la partie postérieure du corps ; exemple : doris).

Chez un certain nombre d'opisthobranches, le manteau est rudimentaire et les branchies complètement à nu. Mais, dans la règle, les branchies des gastéropodes



sont contenues dans une chambre palléale dont l'orifice peut être une ouverture simple ou peut offrir des bords prolongés en un tube, le *siphon respiratoire.*

Enfin, des mollusques gastéropodes, en petit nombre, les *gastéropodes pulmonés,* l'Arion, les limaces, les hélices, les limnées, les planorbes, etc., respirent l'air en nature. Leur appareil respiratoire qui résulte encore une fois d'une modification des parois de la cavité du manteau, porte la dénomination de *poumon.*

Si, à l'aide de ciseaux, on découpe à la région dorsale du manteau de l'Arion une ouverture circulaire d'un centimètre à un centimètre et demi de diamètre, tangente par le bord droit à l'orifice respiratoire, on constate que le manteau recouvre, comme une voûte, une cavité ou sac respiratoire dont le plafond, mis à découvert par l'opération que nous venons d'indiquer, est une membrane mince, parcourue par un réseau vasculaire très riche, formant des mailles nombreuses. Des troncs de retour auxquels on pourrait donner le nom de veines pulmonaires, convergent de la périphérie vers l'extrémité postérieure du poumon et finissent par se réunir pour aboutir à l'oreillette.

§ 7.

SYSTÈME NERVEUX ET ORGANES DES SENS.

Le système nerveux des mollusques se compose, comme celui des vertébrés, de centres nerveux de la vie animale ou de relation, de centres nerveux de la vie végétative et de nerfs. Mais la position des centres nerveux de la vie animale relativement à l'ensemble du corps, est tout autre; ils affectent, avec l'origine du tube digestif, des rapports que nous retrouverons chez les articulés et les vers supérieurs. Unis par des cordons de communication transversaux ou *commissures* et longitudinaux ou *connectifs*, ils forment, en effet, un collier autour du commencement de l'intestin antérieur[1].

Afin de comprendre clairement la composition du système chez l'Arion, il est indispensable de posséder quelques notions sur le plan général.

Le système nerveux des mollusques offre, comme centres, trois groupes principaux de ganglions. Une première paire de ganglions, soit contigus, soit réunis par une commissure transversale, repose sur les côtés de la bouche ou dorsalement sur l'origine de l'œsophage. Ces ganglions éminemment sensitifs, siège des impres-

1. On peut employer pour les céphalopodes et les gastéropodes le terme de *collier œsophagien*. Cette dénomination n'est plus aussi exacte pour les lamellibranches.



sions perçues et des excitations volontaires, portent le nom de *ganglions cérébroïdes*. Il en émane, chez les mollusques à organisation supérieure, les nerfs des tentacules, des yeux, des organes auditifs, etc., et des connectifs au nombre de deux de chaque côté, contournant les surfaces latérales du tube digestif et unissant ces ganglions cérébroïdes aux deux autres groupes.

La deuxième paire de ganglions, située sous le canal alimentaire, soit immédiatement et symétriquement en dessous de la première, soit assez loin de celle-ci, est constituée par les *ganglions pédieux*, centres moteurs d'où naissent les nerfs qui se distribuent au pied.

Un troisième groupe ganglionnaire, contigu au précédent ou très éloigné de celui-ci, se compose de ganglions *parieto-splanchniques*, fournissant des nerfs au tube digestif, au cœur, à l'appareil respiratoire, au manteau.

Ces préliminaires posés, abordons le système nerveux de l'Arion. Afin de réussir convenablement, plongeons pendant plusieurs jours l'animal entier ou l'exemplaire disséqué comme il a été dit plus haut, dans de l'alcool du commerce, liquide qui a la propriété de durcir le tissu nerveux et de rendre, par conséquent, la dissection plus facile. Replaçons ensuite la préparation dans le baquet, couvrons d'eau et coupons l'œsophage immédiatement en arrière des ganglions cérébroïdes très nettement visibles au-dessus de la région postérieure du pharynx.

Nous voyons immédiatement que les centres nerveux

forment autour de l'œsophage un véritable collier, d'où irradient des nerfs nombreux dans toutes les directions.

Le collier se compose, dans sa partie supérieure, de deux *ganglions cérébroïdes* (fig. 39, A, *x*), à peu près contigus ; dans ses parties latérales, de connectifs parallèles, au nombre de deux de chaque côté, et, dans sa région inférieure, d'une masse nerveuse circonscrivant une ouverture par où passe un gros vaisseau, l'*aorte antérieure* (page 221). Des nerfs destinés aux organes buccaux, aux tentacules et aux yeux, naissent des ganglions cérébroïdes et longent les côtés du pharynx[1].

Quant à la masse sous-œsophagienne, le fait qu'elle est percée d'un orifice médian nous montre qu'elle se compose des deux paires des ganglions pédieux et des ganglions pariéto-splanchniques très rapprochées l'une de l'autre et unies par des connectifs fort courts (fig. 39, A, *y*, *z*).

Les *ganglions pariéto-splanchniques* formant le bord supérieur de l'orifice, sont donc au-dessus de l'aorte antérieure et en contact avec la face inférieure de l'œsophage *(y)*; ils émettent latéralement des nerfs pour le manteau et à leur bord postérieur deux groupes de nerfs plus délicats, dont les uns se rendent à l'appareil digestif en accompagnant l'artère viscérale, et dont

---

1. Nous dirons plus loin un mot des nerfs qui se rendent à l'appareil auditif.



les autres se portent au cœur, au poumon et à la portion terminale des organes génitaux.

Les *ganglions pédieux(z)*, plus volumineux, sont placés au contraire au-dessous de l'artère céphalique, formant le bord inférieur de l'ouverture par où passe ce vaisseau. On en voit naître une série de nerfs moteurs marchant presque parallèlement de chaque côté de la ligne médiane du pied, et dont les plus longs s'étendent jusqu'à l'extrémité postérieure de cet organe.

En résumé, la superposition à peu près verticale des organes est ici, de haut en bas : 1° *ganglions cérébroïdes*, 2° œsophage, 3° *ganglions pariéto-splanchniques*, 4° artère céphalique, 5° *ganglions pédieux*.

Les pulmonés offrent une grande condensation du système nerveux central. La disposition de leurs ganglions s'écarte un peu de ce qu'on observe chez beaucoup d'autres gastéropodes; il suffit de citer le fait; le lecteur qui voudrait étendre ses connaissances à cet égard, trouvera tous les renseignements voulus dans les traités d'anatomie comparée récents.

ORGANES DES SENS. Le toucher, chez les mollusques, est propre à toutes les parties de la surface du corps qui ne sont point revêtues de pièces solides. Il existe, de plus, des organes plus spécialement destinés à l'exercice de ce sens; tels sont, chez l'Arion et les pulmonés en général, le pied, les lobes buccaux et, peut-être, les tentacules inférieurs. On n'a que des notions peu positives sur le siège du goût et, quant aux

organes olfactifs, nous avons déjà dit (page 207) que l'on pouvait attribuer cette valeur aux boutons terminaux des tentacules oculifères des gastéropodes terrestres.

Les yeux des mollusques ne s'éloignent pas considérablement par leur texture de ceux des vertébrés. Ainsi, chez les gastéropodes, les téguments amincis forment une cornée; il existe un cristallin très convexe, un corps vitré, une rétine, une choroïde et un iris. Parmi les faits intéressants, il faut citer la présence d'organes visuels nombreux sur les bords du manteau de plusieurs lamellibranches (*pecten, spondylus,* etc.).

Nous avons glissé un peu rapidement sur ces quatre catégories d'organes sensoriels, afin de pouvoir insister sur les organes auditifs.

Ces organes, auxquels M. Lacaze-Duthiers donne le nom d'*otocystes* (οὖς, ὠτός, oreille, κύστις, vésicule), sont pairs et constitués, en thèse générale, par des vésicules sphériques ou elliptiques dont la paroi de nature conjonctive est revêtue intérieurement de grosses cellules ciliées. L'espace central de l'otocyste est occupé par un liquide où flottent un ou plusieurs *otolithes,* masses solides libres, composées d'une substance organique et de sels calcaires. Ainsi, chez les lamellibranches, il existe, dans chaque otocyste, un seul otolithe sphérique; tandis que, chez les gastéropodes, les otolithes sont souvent fort petits et très nombreux.

Les mouvements des cils vibratiles impriment aux otolithes des mouvements oscillatoires continuels. Un



nerf auditif aboutit à l'otocyste et, si l'on généralise ce qu'on a pu constater dans certains cas, il est probable qu'il se rend à des éléments cellulaires terminaux portant des soies plus rigides que les cils proprement dits et que l'on pourrait assimiler aux poils auditifs des articulés[1].

La position des otocystes est très variable; ils sont tantôt voisins des ganglions cérébroïdes, tantôt situés sur ou près des ganglions pédieux (fig. 39, A, *z*, +). Cependant, chez les gastéropodes, M. Lacaze-Duthiers[2] a démontré que, quelle que soit leur place, le nerf qui y aboutit provient toujours des ganglions cérébroïdes. En se basant sur les expériences physiologiques qui ont mis hors de doute, chez les céphalopodes, par exemple, la localisation, dans ces ganglions sus-œsophagiens, des impressions perçues, on finira par trouver que l'origine du nerf auditif est la même chez tous les mollusques.

---

1. Voyez chapitre VII, § 5.
2. *Archives de zoologie expérimentale*, nº 1, 1872.

§ 8.

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE DES GASTÉROPODES.

Comme nous nous sommes basés sur l'anatomie d'un gastéropode pour exposer l'organisation des mollusques, c'est aussi au développement embryonnaire des gastéropodes que nous donnons la préférence pour familiariser le lecteur avec quelques principes fondamentaux.

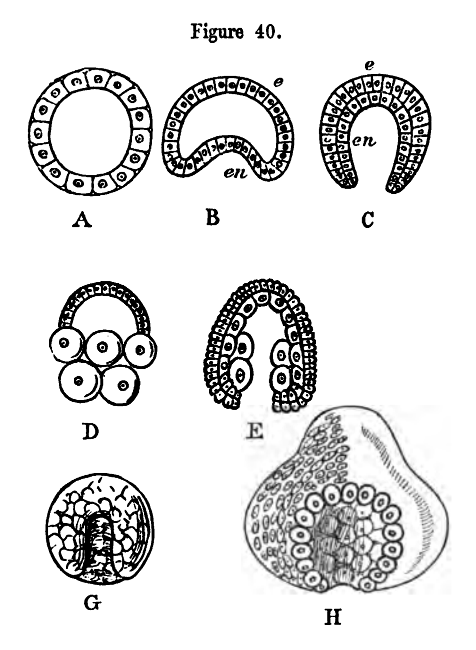
Le développement des mollusques nous fournissant, en outre, l'occasion d'expliquer ce qu'est la phase embryonnaire importante à laquelle, depuis les travaux de Haeckel, on donne le nom de *gastrula,* nous divisons notre sujet en deux parties : la gastrula et le développement spécial.

a) GASTRULA. Supposons qu'il s'agisse d'un œuf dans lequel la segmentation, beaucoup plus simple que chez les mammifères (page 25), au lieu de donner naissance à des globes de segmentation de dimensions et de natures différentes, soit parfaitement égale. La première forme embryonnaire caractéristique résultant, en fin de compte, de cette segmentation totale et égale, sera une sphère limitée extérieurement par une enveloppe blastodermique constituée par une seule couche de cellules toutes identiques. L'espace central est rempli par un liquide (fig. 40, A).

A un moment donné, une partie de l'enveloppe blastodermique se reploie en dedans, comme lorsqu'on refoule, en un point, la paroi d'un sac vers l'intérieur.



Figure 40.



A, B, C, Formation de l'*archigastrula*. (Figure réduite d'après Haeckel.)

e, ectoderme. *en*, endoderme.

D, E, Formation de l'*amphigastrula* du *Trochus* (gastéropode). (Figure réduite d'après Haeckel.)

G, Gastrula de la limnée.

H, Gastrula de limace. (D'après Ray Lankester.)

En d'autres termes, il y a invagination de l'enveloppe cellulaire (fig. 40, B, C).

Le résultat de cette invagination est une *gastrula* (γαστήρ, ventre), c'est-à-dire un embryon sacciforme à *deux* feuillets primordiaux, un ectoderme et un endoderme. Cet embryon est creusé d'une cavité (cavité digestive primitive), dont la paroi est circonscrite par l'endoderme (fig. 40, C, *en*).

Cette forme de gastrula est la plus simple de toutes. Haeckel la désigne sous la dénomination d'*archigastrula*. Elle s'observe chez le plus inférieur des vertébrés, l'*amphioxus,* chez des tuniciers, des vers, des mollusques, chez la plupart des échinodermes (v. fig. 56)[1], etc.

Tous les animaux pluricellulaires chez lesquels le développement débute par le fractionnement de la cellule-œuf, paraissent passer, dans le cours de leur développement, par une phase gastrula; seulement, dans de nombreux cas, ce n'est pas l'archigastrula typique, mais une déviation de cette forme primitive.

Haeckel admet trois de ces formes gastrulaires déviées : l'*amphigastrula,* la *discogastrula* et la *perigastrula*. Nous ne nous engagerons pas si loin sur ce terrain et nous nous bornerons à l'*amphigastrula*, comme plus immédiatement nécessaire au sujet que nous avons à traiter plus bas.

---

1. La gastrula des échinodermes n'est cependant pas tout à fait une *archigastrula* type.

L'*amphigastrula* apparaît à la suite d'une segmentation de l'œuf, totale, mais *inégale*, telle que celle dont l'œuf des mammifères nous a fourni un remarquable exemple (pages 27 et 28); segmentation avec formation de globes de natures différentes, les uns ectodermiques à subdivision rapide, les autres endodermiques à subdivision lente, restant, par conséquent, pendant assez longtemps, plus gros que les premiers.

La segmentation totale inégale a été constatée, outre les mammifères, chez les batraciens, chez certains poissons, chez la plupart des mollusques gastéropodes et lamellibranches, chez des articulés, chez un grand nombre de vers et chez certains polypes.

La segmentation terminée, l'*amphigastrula* peut se produire, soit par invagination ou *embolie* (ἐμϐολή, emboîtement), reploiement des grosses cellules endodermiques dans l'intérieur du groupe ectodermique; soit par enveloppement ou *épibolie* (ἐπιϐολή, action de recouvrir); l'ectoderme s'étalant comme une coiffe qui finit par envelopper les cellules endodermiques (fig. 40, D, E).

b) Développement des gastéropodes. Le type de segmentation qui paraît le plus fréquent, chez les mollusques, est celui de la segmentation totale inégale suivie d'*amphigastrula* chez les gastéropodes; l'*amphigastrula* résulte en général d'une épibolie[1], les pe-

1. Haeckel fait remarquer, avec raison, que l'épibolie n'est qu'une forme de l'imagination et peut facilement être ramenée à l'embolie.



tites cellules ectodermiques enveloppant graduellement le reste de la masse. Un mésoderme apparaît ultérieurement.

L'ectoderme est uniformément couvert de cils vibratiles. Sous l'influence de leurs mouvements, l'embryon qui est d'abord à peu près sphérique, tourne lentement sur lui-même.

L'ectoderme des gastéropodes branchiés développe bientôt au pôle antérieur qui s'est allongé un *velum* ou voile (fig. 41, A, B, *v*), c'est-à-dire un repli composé de deux grands lobes latéraux bordés de longs cils vibratiles. Ce velum peut n'être représenté que par une simple crête ciliée; il peut même manquer tout à fait, comme chez l'Arion et les limaces parmi les pulmonés.

Sous le velum, une dépression indique la position de la bouche, qui apparaît comme un orifice percé au travers de l'ectoderme et de l'endoderme fusionnés en ce point.

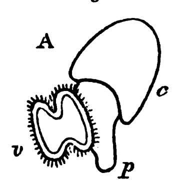
Le pied se montre, en général, sous l'aspect d'une petite excroissance de la surface ventrale, en arrière et en dessous de la bouche.

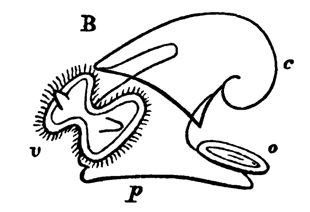
Les cils du revêtement ciliaire général de l'embryon disparaissent; les cils du velum se conservent, au contraire.

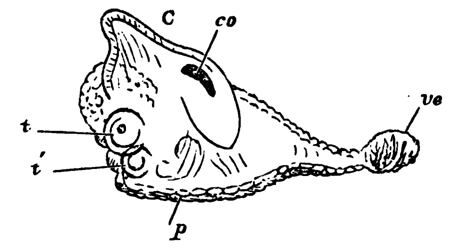
Sur la face dorsale de l'embryon, un groupe de cellules ectodermiques, la *glande coquillière,* s'étale en disque, sécrète une mince coquille transparente, s'épaissit sur ses bords, et donne lieu au manteau.

Le corps s'accroît ordinairement d'une manière asymétrique, de sorte que la coquille se contourne en hélice.

Figure 41.







A, B, Figures théoriques de deux états successifs de larves de *Gastéropodes prosobranches.*

c,	coquille.	*p,*	pied.
v,	velum.	*o,*	opercule.

(D'après Gegenbaur.)

C, Embryon de limace *(Limax agrestis).*

- *co,* coquille.
- *p,* pied.
- *t,* tentacule de la première paire et œil.
- *t',* tentacule de la deuxième paire.
- *ve,* vésicule caudale contractile.

(Figure réduite d'après O. Schmidt.)

Chez les limaces, la coquille embryonnaire externe manque ; mais on observe, de bonne heure, dans l'épaisseur du manteau (fig. 41, B, *co*), les rudiments d'une petite coquille interne. En outre, l'embryon des limaces offre, à l'extrémité postérieure du pied, une vésicule contractile assez volumineuse (fig. 41, B, *ve*). Avant l'apparition du cœur, cette vésicule et un autre sac antérieur et dorsal se renvoient mutuellement le sang par leurs contractions rhytmiques.

Nous n'exposerons pas le mode d'apparition des autres organes ; mais nous signalerons ce fait intéressant que, tandis que les pulmonés offrent un développement à peu près direct, sans métamorphoses, et sortent de l'œuf avec leur structure à peu près définitive, les gastéropodes branchiés quittent l'œuf à l'état de larve, avec une forme assez différente de celle qu'ils affecteront dans la suite. Ainsi, ils ont conservé leur velum à l'aide duquel ils nagent librement pendant quelque temps. Plus tard, le velum s'atrophie graduellement ; le pied acquiert la valeur d'un organe de reptation, et le mode de locomotion devient celui de l'adulte.

§ 9.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES MOLLUSQUES.

1° Le corps des mollusques bilatéralement symétrique à l'origine et ne devenant asymétrique que dans certains groupes par le développement inégal des organes et l'accroissement plus considérable du corps d'un côté,

offre une région dorsale ou hématique caractérisée par la position du cœur, et une région ventrale ou neurale caractérisée par la situation du système nerveux.

2° Les téguments de la région dorsale donnent lieu à un repli, le manteau, dont la surface et les bords sécrètent une enveloppe calcaire protectrice, la coquille ; tandis que de la face ventrale du corps fait saillie une expansion musculaire, le pied, entière ou découpée, servant à la locomotion.

3° Entre le manteau et le corps existe une cavité plus ou moins spacieuse, la chambre palléale, aux dépens des parois de laquelle se développent les organes respiratoires, sous forme de branchies pour la respiration aquatique, ou seulement sous forme d'une membrane soutenant un réseau de canaux sanguins (poumon) pour la respiration aérienne.

4° Le cœur exclusivement artériel comprend au moins deux cavités : une oreillette et un ventricule. Il n'existe ordinairement ni veines, ni capillaires, la circulation de retour s'effectuant par un système de lacunes. Le plasma sanguin réunit les deux fonctions de véhicule des substances nutritives et de véhicule d'oxygène[1].

5° Le système nerveux central se compose de trois groupes ganglionnaires : les ganglions cérébroïdes, siège

1. Ce caractère se retrouve, ainsi que la présence de l'hémocyanine, chez les articulés et probablement dans tous les autres sous-embranchements inférieurs. Nous l'avons reproduit ici afin d'insister sur un fait qui sépare nettement des légions d'animaux du groupe des vertébrés.

des impressions perçues et des excitations volontaires, les ganglions pédieux moteurs, les ganglions pariéto-splanchniques, présidant en partie aux actes de la vie végétative.

6° Pendant le développement de la plupart des mollusques, l'embryon traverse une phase dans laquelle il est pourvu d'un voile cilié développé sur la face dorsale du corps, en avant du manteau[1].

§ 10.

ANNEXE AUX MOLLUSQUES : TUNICIERS ET BRACHIOPODES.

Le groupe des mollusques a été jadis compris entre des limites moins étroites que celles que nous lui avons attribuées à l'exemple des zoologues du moment actuel. Réunissant aux mollusques vrais une série d'animaux ayant avec eux des analogies de structure plus ou moins grandes, on divisait le groupe en question en deux sections : les *mollusques proprement dits* et les *molluscoïdes* renfermant les *brachiopodes,* les *tuniciers* et les *bryozoaires.*

Aujourd'hui, éclairé par des faits embryogéniques de la plus haute valeur, on regarde avec raison les tuniciers comme un trait d'union entre les vertébrés et les mollusques vrais. Les brachiopodes deviennent un chaî-

1. Les caractères généraux des mollusques sont en partie empruntés à Huxley.



non reliant les mollusques aux vers. Quant aux bryozoaires, leur place définitive semble être parmi les vers, et nous n'en parlerons par conséquent que plus tard.

En raison de la nature de ce petit traité, nous resterons, pour les tuniciers et les brachiopodes, dans les limites d'un résumé élémentaire.

Tuniciers (Huidzakdieren, Manteldieren), animaux marins, isolés ou en colonies, fixés ou nageurs, en forme de sac ou de tonnelet, présentant deux

Figure 42.

FIGURE THÉORIQUE DE L'ORGANISATION DES ASCIDIES.

(Les flèches indiquent la direction du courant d'eau qui traverse l'appareil respiratoire.)

te,	tunique externe.	*a,*	atrium ou cloaque.
ti,	tunique interne.	*br,*	sac branchial.
ob,	orifice buccal.	*c,*	cœur.
oa,	orifice atrial.	*o,*	organes reproducteurs.
d,	tube digestif.		

orifices analogues à ceux du siphon des lamellibranches. L'un des orifices (orifice buccal) est affecté à la pénétration de l'eau aérée et des matières alimentaires, l'autre (orifice atrial) sert à la sortie de l'eau chargée d'acide carbonique

et des résidus de la digestion. Le corps a deux parois emboitées : l'externe (manteau externe, tunique externe), couche sécrétée comparable à la coquille des lamellibranches par son origine et ses fonctions, est en grande partie formée de *tunicine*, substance à peu près identique à la cellulose végétale. L'interne (manteau interne), de nature conjonctive, limite la cavité viscérale, enveloppe les muscles, les autres organes et, se reployant en dedans, vis-à-vis de l'orifice atrial, donne lieu à un cloaque ou *atrium* où débouchent, chez les *ascidies*, l'anus, les organes reproducteurs, et où s'écoule également l'eau qui a traversé l'appareil respiratoire.

Cœur en rapport avec un système lacunaire et remarquable par ce fait qu'après quelques pulsations dans un sens, il fait une pause, puis chasse le sang en sens opposé, de façon à intervertir successivement le sens de la circulation.

Organes respiratoires représentés par une branchie rubaniforme ou un sac treillissé et cilié, à parois parcourues par des courants sanguins.

Tube digestif débutant au fond de la cavité respiratoire par un œsophage cilié et se terminant dans l'atrium. Centres nerveux des formes définitives, en général réduits à une masse ganglionnaire située entre les orifices buccal et atrial.

Reproduction sexuelle hermaphrodite et multiplication asexuelle par bourgeonnement [1].

Jusqu'ici, les caractères énoncés ne sont que ceux d'animaux relativement inférieurs. Il nous faut, maintenant, établir en quelques mots les relations avec les vertébrés.

Chez les ascidies, qui sont communément des tuniciers sacciformes fixés, le développement ressemble d'une manière remarquable à celui du plus inférieur des vertébrés, l'*amphioxus* (page 195). Après la segmenta-

1. Les tuniciers offrent aussi le phénomène de la *génération alternante*. Nous renvoyons, pour l'explication de ce terme, aux vers cestoïdes et aux polypes, chapitre VIII, § 5, et chapitre X.

tion, la vésicule blastodermique forme par invagination une gastrula (page 234) dont la couche cellulaire endodermique limite la cavité qui sera plus tard branchiale et digestive. A la surface de la couche externe ectoder-

Figure 43.

A, Différentes formes de larves d'ascidies.

B, Figure théorique de l'organisation d'une de ces larves.

(En partie, d'après Kupffer.)

q, queue et ses rayons.
c, corde dorsale.
N, centres nerveux.
o, œil.
ot, organe auditif.
b, bouche.
d, tube digestif.
R, appareil respiratoire.

mique apparaît un sillon longitudinal qui, par rapprochement et incurvation de ses bords, se transforme en un canal fusiforme dont le revêtement cellulaire interne devient, comme chez les vertébrés, le système nerveux central.

Le corps se prolonge à son extrémité postérieure en une queue plate dans laquelle se développe, aux dépens d'une double série de cellules, un axe rappelant tout à fait une corde dorsale de vertébré par sa position et ses rapports.

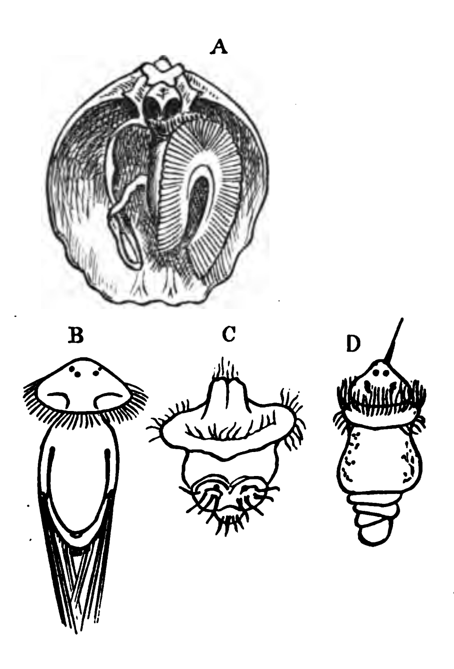
D'après des observations de MM. Morse et Giard, l'appendice caudal présente, dans toute sa longueur, au-dessus et en dessous de la corde, des rayons de nageoires cornés et régulièrement disposés, comparables à ceux de la queue des embryons de poissons osseux.

Si nous coupons un embryon d'ascidie par un plan passant par la ligne *ab,* fig. 43, on voit qu'on obtient une superposition tout à fait semblable à celle qui existe chez les vertébrés; à savoir, de haut en bas, le système nerveux central (représentant la moelle épinière des vertébrés), la corde dorsale, la cavité viscérale renfermant le tube digestif.

Le système nerveux central de l'embryon d'ascidie se prolonge jusque dans la queue et constitue, au-dessus de la corde dorsale, encore une fois comme chez les vertébrés, un cordon cylindrique creusé d'un canal axial (voyez fig. 14). Un œil et un organe auditif rudimentaire (otocyste) se sont développés sur sa partie antérieure.

Arrivées à une certaine phase du développement, les larves d'ascidies sont donc de petits êtres nageurs ressemblant à des têtards et possédant comme ceux-ci un appendice natatoire ou queue. Les autres métamorphoses sont régressives. La larve se fixe par son extré-

Figure 44.



A, BRACHIOPODE : *Waldheimia flavescens*. Le bras n'a été figuré que d'un côté pour laisser voir la bandelette calcaire. (D'après Davidson.)

B, LARVE DE BRACHIOPODE : *Argiope*. (D'après Kowalevsky.)

C, LARVE DE BRYOZOAIRE : *Loxosoma*. (D'après C. Vogt.)

D, LARVE D'ANNÉLIDE : *Spirorbis*. (D'après Claparède.)

mité antérieure; la queue, les organes des sens et en partie le système nerveux s'atrophient; puis, graduellement, l'animal prend la forme définitive d'ascidie, à la suite de modifications qu'il est inutile d'exposer ici.

Les *Appendiculariés,* qui font aussi partie du groupe des Tuniciers, peuvent être regardés jusqu'à un certain point comme des ascidies restées larvaires. Ils conservent, pendant toute la vie, l'appendice caudal dont l'axe est occupé par une corde dorsale en forme de tige cartilagineuse, un sac auditif et un cordon nerveux longeant la corde.

Brachiopodes (Armpootige weekdieren; βραχίων, bras, πούς, pied). A première vue, les Brachiopodes ressemblent à des Mollusques lamellibranches, et dans des ouvrages spéciaux relativement récents on les trouve encore placés au milieu des Mollusques vrais, entre les Ptéropodes et les Lamellibranches, par exemple[1]. Nous montrerons plus bas comment ils sont reliés aux vers par leur forme larvaire.

Ils ne jouent qu'un rôle de peu d'importance dans la nature actuelle, puisqu'on ne connaît aujourd'hui qu'un petit nombre de formes vivantes (de 85 à 90 au plus); mais ils ont peuplé en quantités énormes les mers des périodes géologiques antérieures à la nôtre. On a décrit plus de 1800 formes fossiles distribuées dans toutes les roches d'origine marine. Ils paraissent avoir atteint le

1. Woodward, *Manuel de conchyliologie,* trad. française, Paris, 1870.

maximum de développement spécifique (c'est-à-dire avoir offert le plus grand nombre de formes différentes les unes des autres) à l'époque Silurienne. Beaucoup de ces formes sont éteintes, n'existent plus dans nos mers.

Les Brachiopodes constituent donc un genre extrêmement intéressant pour le paléontologiste et le géologue. Nous allons tâcher de faire ressortir brièvement l'intérêt que présentent ces animaux au point de vue zoologique.

Caractères généraux. Animaux marins munis d'un *pallium* ou manteau bordé de fines soies raides et revêtu d'une coquille sécrétée; sans lamelles branchiales, ni pied. Coquille bivalve à texture microscopique différente de celle de la coquille des mollusques; souvent perforée de nombreux petits canaux occupés par de fins prolongements tubuleux du manteau; composée d'une valve ventrale et d'une valve dorsale fréquemment articulées par une véritable charnière répondant par sa position à l'extrémité postérieure du corps[1]. Valve dorsale munie, dans beaucoup de cas, de saillies internes en forme de bandelettes solides diversement contournées et destinées à soutenir les bras.

Muscles moteurs nombreux servant les uns à écarter les valves, à faire bâiller la coquille, les autres à la fermer[2].

Vivant suspendus ou fixés soit par un pédoncule passant par un trou du sommet de la valve ventrale, soit par la valve ventrale elle-même.

---

1. Chez les Lamellibranches, les valves de la coquille sont toujours l'une droite, l'autre gauche; chez les formes, comme l'huitre, par exemple, où l'on serait tenté de considérer l'une des valves de la coquille comme dorsale et l'autre comme ventrale, on peut aisément montrer, par la position de la bouche et des autres organes, que l'animal vit couché sur le flanc; l'huitre que nous avons citée est fixée par la valve gauche. On se rappellera aussi que la charnière des Lamellibranches est constamment dorsale.

2. La coquille des Lamellibranches s'ouvre par l'action d'un ligament élastique; les muscles moteurs des valves ne peuvent que les rapprocher.



Corps petit, ne remplissant qu'une région restreinte de la cavité du manteau ; bouche percée au milieu d'un disque se prolongeant à droite et à gauche en longs bras courbés en spirale, frangés de tentacules et soutenus à leur base, ou dans toute leur longueur, par la saillie ou bandelette calcaire de la valve dorsale. Tube digestif suspendu comme par un mésentère dans une cavité périviscérale spacieuse ; terminé en cœcum ou bien se recourbant et aboutissant par un anus à droite de la bouche. Cavité périviscérale communiquant avec celle du manteau par deux ou quatre tubes à parois glanduleuses, débutant dans la cavité périviscérale par un orifice en forme d'entonnoir et se terminant dans la chambre palléale par une petite ouverture [1].

Appareil circulatoire représenté par des canaux anastomosés parcourant le manteau, les parois de la cavité périviscérale, etc., et offrant en certains points des dilatations vésiculaires (cœurs ?).

Système nerveux comprenant des centres cérébroïdes, pédieux et pariéto-splanchniques, comparables jusqu'à un certain point à ceux des Lamellibranches.

Organes reproducteurs situés dans la cavité périviscérale ou ses appendices. Il existe des formes hermaphrodites et des formes à sexes distincts.

Les Brachiopodes s'éloignent donc des Mollusques par de nombreux détails de structure ; ils s'en éloignent encore bien plus par leur développement embryonnaire. La larve d'un Brachiopode, pendant la phase où elle nage librement, pourrait facilement être prise pour celle d'un Annélide ou d'un Loxosoma [2].

Le corps de cette larve est, en effet, divisé en trois segments (quelquefois quatre [3]). Le premier, ou segment

1. Ces tubes glandulaires répondent aux *organes segmentaires* des vers. (Voyez chapitre VIII, § 4.)

2. Genre de Bryozoaire.

3. Larve de *Thecidium*.

prébuccal, élargi en disque ou en ombrelle, porte des taches représentant des yeux rudimentaires et une frange de longs cils. Le deuxième segment est muni de quatre bouquets de longues soies et se prolonge en arrière en une sorte de manteau. Enfin, le troisième, ou postérieur, est muni d'une glande par laquelle la larve doit finir par se fixer à un corps solide.

Fixé, le Brachiopode va perdre ses caractères de ver. Le premier segment s'atrophie; l'appendice du deuxième segment se renverse en avant, augmente de dimensions et devient un manteau divisé en deux lobes qui sécrètent la coquille bivalve. Les faisceaux de soies tombent. Le dernier segment par lequel la larve adhère se transforme en pédoncule chez les formes pédonculées.

Nous terminons ce chapitre, comme le précédent, par un tableau renfermant les subdivisions du sous-embranchement des Mollusques et des deux groupes annexés des Tuniciers et des Brachiopodes.

A. — TRANSITIO

CLASSE UNIQUE.

TUNICIERS.

(Huidzakdieren, Manteldieren.)

Caractères généraux, voir page 243.

Environ 300 formes décrites. 5 à 6 d'entre elles ont été observées dans la région belge de la mer du Nord.

Ire SOUS-CLASSE.

APPENDICULARIÉS.

Libres, nageurs; munis d'un app[illegible] caudal. Conservant pendant toute la v[illegible] organisation voisine de l'état larvair[illegible] Ascidiacés.

IIe SOUS-CLASSE.

ASCIDIACÉS.

(Zakpijpen.)

Ordinairement fixés; en forme de sa[illegible] de deux orifices rapprochés. Une larg[illegible] branchiale.

IIIe SOUS-CLASSE.

THALIACÉS. *(Salpes.)*

(Glaspijpen.)

Nageurs. En forme de tonnelet [illegible] orifices distants et terminaux. Branch[illegible] banée.

ERTÉBRÉS AUX MOLLUSQUES.

IICIERS.

. . . . *Appendicularia.*

. . . . *Phallusia, Cynthia, Botryllus, Pyrosoma.*

. . . . *Salpa.*

B. — MO

I[re] CLASSE.

CÉPHALOPODES.

(Koppootige weekdieren.)

Mollusques à sexes distincts, à organisation très élevée, possédant un réseau capillaire et des veines, et dont le pied découpé en lanières forme autour de la bouche une rosace de bras.

218 formes vivantes, parmi lesquelles 8 s'observent dans la mer du Nord, le long de nos côtes[1].

On a décrit près de 2400 formes fossiles.

I[re] SOUS-CLASSE.

DIBRANCHIAUX.

(Tweekieuwige.)

Deux branchies, bras développés muni ventouses. Coquille, au contraire, peu dé loppée, cachée par le manteau ou mê rudimentaire.

II[e] SOUS-CLASSE.

TÉTRABRANCHIAUX.

(Vierkieuwige.)

Quatre branchies. De nombreux tentac à la base desquels existent des bras rudim taires. Une coquille développée, multi-lo laire, dont la dernière loge est occupée l'animal.

1. Les nombres, en ce qui concerne les mollusques de Belgique, ne peuvent comptant probablement quelques variétés, au chiffre total de 359 pour l'ensemble

QUES VRAIS.

1er ORDRE.

CTOPODES . . . . *Octopus*, poulpe (achtarm); *Argonauta*, argonaute.
(Achtarmige inktvisschen.)
it bras, ventouses sessiles, pas
uille enveloppée par le man-
ou, chez la femelle, une loge
e sécrétée par deux des bras et
it de chambre de dépôt pour
ıfs.

2e ORDRE.

DÉCAPODES . . . . *Sepia*, seiche (inktvisch); *Loligo*, calmar (pijlinktvisch); (*Belemnites*, fossiles des terrains secondaires.)
(Tienarmige inktvisschen.)
bras, savoir : huit bras ordi-
et deux longs bras préhensiles
rme de tentacules ; ventouses
culées. Une coquille interne en
de plaque ou de plume enve-
e par le manteau.

. . . . *Nautilus*, nautile ;
(*Ammonites*, *Ceratites*, *Goniatites*, *Orthoceras*, etc. Tous fossiles des terrains primaires ou secondaires.)

roximatifs, surtout pour les formes marines. Nous arrivons, par exemple, en
ques vivants du pays, tandis que Nyst n'en compte que 300.

II[e] CLASSE.

GASTÉROPODES.

(Buikpootige weekdieren.)

Mollusques à tête généralement distincte, possédant un pied ventral et un manteau non divisé sécrétant une coquille en bouclier ou contournée en hélice.

Les Gastéropodes constituent le groupe de mollusques le plus riche en formes différentes. On en a décrit plus de 15600 vivantes; 230 de celles-ci se rencontrent en Belgique (intérieur du pays et mer du Nord).

On connait plus de 6500 formes fossiles.

I[re] SOUS-CLASSE.

HÉTÉROPODES ou NUCLÉOBRANCH

Gastéropodes nageurs, à tête saillant longée en trompe. Région antérieur moyenne du pied transformée en nage région postérieure modifiée sous forme d pendice caudal. Sexes séparés.

II[e] SOUS-CLASSE.

PLATYPODES.

(Gastéropodes proprement dits.)

Pied large et plat, circulaire ou ellip servant à la reptation. Coquille ordinair très développée.

III[e] SOUS-CLASSE.

PTÉROPODES.

Gastéropodes de petite taille, nageur plutôt volant dans l'eau par les batte de deux nageoires en forme d'ailes d pées aux dépens du pied. Coquille délicate ou absente. Hermaphrodites.



. . . . *Carinaria*, carinaire, etc.

1er ORDRE.

Phosobranches. . . . . *Patella*, patelle (schaalhoren); *Haliotis*, ormier; *Turbo; Paludina*, paludine (moerashoren); *Littorina*, littorine (alikruik); *Buccinum*, buccin (wulk); *Murex*, rocher (stekelhoren).

anchies pectinées ou plumeuses ant du cœur. Coquille bien dépée dans laquelle l'animal peut ;irer en entier. Sexes séparés.

2e ORDRE.

Pulmonés. . . . .

int de branchies, respiraiérienne. Chambre palléale iée d'un réseau vasculaire. ilie développée, rudimenou nulle. Hermaphrodites.

Un opercule . . . . . . *Cyclostoma*, cyclostome (rondmondhoren).

Pas d'opercule. *Limnaea*, limnée (poelslak); *Planorbis*, planorbe (schijfhoren); *Arion*; *Limax* (aardslak); *Helix* (slak).

3e ORDRE.

Opisthobranches. . . . . *Doris; Aplysia*, aplysie; *Bulla*, bulle.

anchies en arrière du cœur pec; ou en plumes, en partie ou lètement à nu. Coquille en gépeu développée, souvent ab. Hermaphrodites.

. . . . *Hyalea; Clio* (walvischaas).

IIIe CLASSE.

LAMELLIBRANCHES.

(Schelpdieren.)

Mollusques sans tête distincte, munis d'un large manteau divisé en deux lobes symétriques, droit et gauche, sécrétant une coquille bivalve à charnière dorsale. Respirant par de grandes lamelles branchiales généralement au nombre de quatre. Sexes ordinairement séparés.

Plus de 4200 formes vivantes, dont 120 existent en Belgique (intérieur et mer du Nord).

Plus de 7800 formes fossiles.

Ire SOUS-CLASSE.

SIPHONÉS.

Des siphons respiratoires ; les lobes manteau plus ou moins réunis.

IIe SOUS-CLASSE.

ASIPHONÉS.

Point de siphons respiratoires; lobes manteau libres ou unis seulement sur petite longueur.

C. — TRANSIT

CLASSE UNIQUE.

BRACHIOPODES.

(Armpootige weekdieren.)

Caractères généraux, voir page 249.

85 à 90 formes vivantes. Un seul Brachiopode a été observé dans la mer du Nord.

Plus de 1800 formes fossiles.

Ire SECTION.

ARTICULÉS.

La coquille possède une véritable nière, tube digestif dépourvu d'orifice

IIe SECTION.

INARTICULÉS.

Pas de charnière proprement dite coquille. Tube digestif muni d'un orifice

1er ORDRE.

SINUPALLÉALES . . . . *Pholas*, pholade (steenborer); *Teredo*, taret (paalworm); *Solen* (mesheft); *Mactra*, mactre (strandschelp).
phons longs; bords du manteau
ncrés en sinus occupé par les
les rétracteurs des siphons.

2e ORDRE.

INTÉGROPALLÉALES . . . . *Cyclas*, cyclade (hoornschaal); *Cardium*, bucarde (zandschelp).
phons courts; pas de sinus au
eau.

. . . . *Unio* (verwschelp); *Anodon*, anodonte (zoetwatermossel); *Mytilus*, moule (mossel); *Pecten*, peigne (mantelschelp); *Ostrea*, huitre (oester).

MOLLUSQUES AUX VERS.

ACHIOPODES.

es encore vivants. . . . . *Terebratula*, *Waldheimia*, *Terebratulina*, *Terebratella*, *Argiope*, *Thecidium*, *Rhynchonella*.

es principaux exclusivement fossiles. *Stringocephalus*, *Uncites*, *Spirifera*, *Atrypa*, *Strophonema*, *Orthis*, *Productus*, etc.
partenant surtout à l'époque
aire.

es encore vivants. . . . . *Crania*, *Discina*, *Lingula*.

CHAPITRE VII.

TROISIÈME SOUS-EMBRANCHEMENT.

ARTICULÉS OU ARTHROPODES

(GELEDE DIEREN.)

§ 1.

Les Insectes, *Insecten* (abeilles, hannetons, blattes, demoiselles, papillons, mouches, puces, poux, etc.), les Myriapodes, *Duizendpooten* (scolopendre, iule), les Péripatides, les Arachnides, *Spinachtige dieren* (scorpions, araignées, faucheurs, acares), les Mérostomes (limules) et les Crustacés, *Schaaldieren* (crabes, écrevisse, homard, crevette, cloporte, etc.) constituent par leur réunion ce sous-embranchement, l'un des plus riches en formes diverses et l'un des mieux limités par des caractères naturels nets.

Les Articulés sont si nombreux que l'étude de certains groupes est passée, pour ainsi dire, à l'état de science à part; telle est l'*Entomologie,* ou portion de la zoologie qui traite des Insectes. Des sociétés savantes spéciales, les sociétés entomologiques, ont été créées

pour son développement dans tous les grands centres d'instruction, et le nombre d'ouvrages et de journaux entomologiques est réellement extraordinaire.

La partie de la zoologie consacrée aux Arachnides porte le nom d'*Arachnéologie*, et celle qui concerne particulièrement les Crustacés est appelée *Carcinologie*.

Le type auquel nous donnons la préférence pour faire connaître l'organisation des animaux de ce groupe étendu est un Crustacé décapode, l'Écrevisse de rivière (Rivierkreeft), *Astacus fluviatilis*[1], d'une dissection peu compliquée et très facile à se procurer partout en toute saison[2].

§ 2.

EXAMEN EXTÉRIEUR DE L'ANIMAL : EXOSQUELETTE, MEMBRES.

L'Écrevisse, comme beaucoup d'autres représentants du sous-embranchement qui nous occupe, a les téguments durs, constituant un véritable squelette externe ou exosquelette. On constate, cependant, que malgré

1. Pendant la correction des épreuves de notre livre a paru la monographie de l'Écrevisse, *The crayfish*, de M. Huxley, que nous annoncions en note, page 2. Quoique le chapitre VII perde ainsi en nouveauté, il n'en reste pas moins un travail tout personnel.

2. Condition assez importante. C'est pour ce motif que nous avons évité de choisir, comme type, un insecte, le Hanneton, par exemple, dont l'apparition est limitée à une saison déterminée.



cette armure, l'animal vivant fléchit facilement de haut en bas toute la moitié postérieure du corps et qu'il meut sans la moindre difficulté ses pinces et ses pattes. En examinant la face ventrale, l'observateur le plus superficiel trouve immédiatement l'explication du fait : l'exosquelette du corps est composé d'une série d'anneaux solides, réunis entre eux par des portions de téguments molles et flexibles ; la charpente des pattes et des autres appendices est formée de tubes creux emboîtés bout à bout et unis par un procédé semblable.

Toute l'enveloppe cutanée est donc divisée en un assez grand nombre de parties par des articulations. De là le nom d'*articulés* donné au groupe. Les membres présentent la même structure que le tronc; de là le terme d'*arthropodes* (ἄρθρον, articulation, ποῦς, pied).

L'exosquelette d'un animal articulé est toujours composé, au moins à l'origine, d'une série d'anneaux distincts qu'on appelle *somites* (σῶμα, corps, divisions du corps).

Ces somites ne restent jamais tous distincts et nettement séparés les uns des autres par des zones molles ou des articulations. Très fréquemment, ceux qui composent la tête, souvent aussi ceux d'autres régions se soudent complètement, se fusionnent, de façon à donner lieu à des pièces squelettiques étendues.

Cependant, le naturaliste exercé pourra dire, sans risquer d'erreur, de combien de somites se composent, chez l'Écrevisse, ces pièces résultant de fusion. Voici pourquoi : tout somite ou anneau complet, typique,

d'articulé, sert de support à une paire d'appendices mobiles : pattes, pattes-mâchoires, mâchoires, mandibules, etc., qui, quel que soit leur aspect, dérivent d'une forme primitive dont la patte résume à peu près la structure. Or, chez les Crustacés supérieurs, tous les anneaux, le dernier de l'abdomen excepté, portant leur paire d'appendices réglementaires, il suffit évidemment de compter ces paires pour arriver au chiffre exact des somites. L'exosquelette de l'Écrevisse réunissant les caractères sur lesquels nous venons d'appeler l'attention, est donc d'une étude très instructive.

D'autres groupes ne nous offrent point un rapprochement aussi grand du plan général théorique, et la structure de leur exosquelette ne peut être bien comprise qu'après un examen attentif de celui des Crustacés. Ainsi, dans des classes entières, les Insectes, les Arachnides, le nombre des appendices se trouve considérablement réduit et ils manquent même entièrement sur les somites abdominaux.

Chaque somite se compose lui-même de huit pièces que nous n'énumèrerons pas pour ne pas trop multiplier les noms. Bornons-nous à dire qu'elles constituent, par leur réunion, deux arceaux, l'un supérieur, l'autre inférieur, portant les appendices ou membres. Ces deux arceaux juxtaposés forment le somite entier.

Le plus souvent, les somites fusionnés entre eux, ne le sont que par les arceaux supérieurs, les pièces inférieures étant distinctes; ce qui facilite encore l'analyse. Enfin, des somites peuvent rester incomplets; tel

est, par exemple, le cas pour les cinq segments de la région du corps de l'Écrevisse qui porte les pinces et les quatre paires de pattes locomotrices suivantes; ceux-ci sont incomplets dans leur région supérieure, mais recouverts, comme par une selle et complétés, au point de vue fonctionnel (et non anatomique), par l'arceau dorsal énormément développé d'un ou de plusieurs somites céphaliques fusionnés venant chevaucher au-dessus d'eux[1]. (Voyez page 267.)

Nous allons, comme exercice, décomposer l'exosquelette de l'Écrevisse, de façon à faire comprendre nettement ce qui précède; mais auparavant nous devons signaler quelques faits généraux concernant les appendices : 1° chacun d'eux, quel que soit son usage et le nombre d'articles dont il se compose, comprend constamment une première pièce qui lui sert de base, l'*article basilaire*[2], enchâssé dans un orifice de même contour de l'arceau inférieur du somite correspondant. 2° Chez les Crustacés décapodes, comme l'Écrevisse, on peut les classer en cinq groupes : les appendices sensoriels, les appendices buccaux ou *gnathites* (γνάθος, mâchoire), les appendices ambulatoires ou *péréiopodes*[3], vulgairement pattes, les appendices abdomi-

1. Telle est aussi l'origine de la large carapace des crabes.

2. *Hanche* des entomologistes.

3. M. Spence Bate a proposé, dès 1857, de remplacer, pour les articulés, les noms de *thorax* et *abdomen*, d'une application souvent très fausse, par ceux à signification moins exclusive de *Péréion* et de *Pléon*. Le Péréion est

naux peu développés ou *pléopodes*, enfin, les rames caudales ou *uropodes* (οὐρὰ, queue).

L'Écrevisse ayant été tuée, par exemple, par la vapeur de chloroforme, on détache avec la pointe d'un petit scalpel tous les appendices, en ayant soin de les enlever avec leur article basilaire. On les fixe à l'aide de gomme sur une bande de carton, en les espaçant, mais avec leur position relative. On peut aussi séparer les différents somites distincts et les coller sur le carton, à quelques millimètres l'un de l'autre, après les avoir vidés.

(Nous ajoutons, dans le tableau suivant, le nom du somite, celui de la région du corps et l'indication de quelques faits intéressants à observer.)

---

l'ensemble des somites portant les pattes-mâchoires ou *gnathopodes* et les pattes locomotrices vraies, quel que soit leur nombre; ces dernières sont désignées sous le nom de *Péréiopodes*.

Quant à l'étymologie de ces mots, M. Spence Bate ne l'ayant pas donnée, nous supposons que Péréion vient de περαῖος, ultérieur, région située au-delà de la tête, et Pléon de πλέον ou πλέων, plus nombreux, plus long.

TÊTE.

APPENDICES SENSORIELS.

1° Les *appendices oculaires* (fig. 45, *oe*), portant chacun un œil composé à leur extrémité. — 1er *somite. Somite ophthalmique.*

2° Les *antennules* (*a*). Organes sensoriels terminés par deux filets multi-articulés et offrant à la face dorsale du 1er article, un organe auditif dont nous reparlerons. — 2e *somite. Somite antennulaire.*

3° Les *antennes* (*a'*), terminées chacune par un seul long filet multi-articulé et offrant à la face ventrale de l'article basilaire une éminence à peu près hémisphérique, lisse, blanchâtre, percée d'un petit trou; orifice d'excrétion de la glande verte dont il sera question plus loin. — 3e *somite. Somite antennaire.*

APPENDICES BUCCAUX (GNATHITES).

1° Les *mandibules* ou *protognathes* (1), dures, convexes, dentées en scie du côté interne, servant à la division des aliments. Du côté externe, la mandibule porte un appendice articulé terminé par des soies courtes, le *palpe mandibulaire* (1, *p*). On retrouve un palpe accompagnant tous les autres gnathites. — 4e *somite. Somite mandibulaire*[1].

2° Les *mâchoires de la* 1re *paire* ou *deutognathes* (2), à article terminal muni de soies. — 5e *somite. Somite maxillaire.*

3° Les *mâchoires de la* 2e *paire* ou *tritognathes* (3), un peu plus grandes, portant à leur base une grande lamelle courbe ou valvule mobile (*v*), (voir § 3). — 6e *somite*[2].

PÉRÉION ANTÉRIEUR.

4°, 5°, 6° Les *pattes-mâchoires, tétartognathes, pemptognathes, hectognathes* (4, 5, 6). De plus en plus grandes, servant en partie à diriger les aliments vers la cavité buccale et affectant, surtout celles de la dernière paire, franchement l'aspect de pattes modifiées. Leur article basilaire porte des prolongements divers, savoir : sur le *tétartognathe,* une lamelle foliacée mince (*l*); sur les *pempto* et *hectognathes,* une lamelle foliacée, mais garnie de filaments branchiaux (lamelle branchifère) et une ou deux branchies proprement dites (voir péréiopodes et appareil respiratoire). — 7e, 8e, 9e *somites.*

1. D'après Milne-Edwards, c'est ce quatrième somite dont la moitié supérieure, énormément prolongée, forme la carapace et vient recouvrir, comme une selle, la région du corps qui porte les pattes locomotrices ou péréiopodes.

2. Les mâchoires sont très délicates et il faut user de précaution si l'on veut les détacher intactes.

APPENDICES THORACIQUES LOCOMOTEURS. PÉRÉIOPODES. — **PÉRÉION POSTÉRIEUR.**

1°, 2°, 3°, 4°, 5°. Cinq paires de pattes locomotrices ou *péréiopodes* (fig. 45, I, II, III, IV, V). Celles de la 1[re] paire sont terminées chacune par une forte pince dont la structure est des plus simples : l'avant-dernier article renflé à sa base pour renfermer le muscle puissant destiné à rapprocher les mors, porte le dernier article, articulé non à son extrémité, comme pour les péréiopodes postérieurs, mais au côté interne [1]. Les pattes des paires II et III sont terminées par une pince beaucoup plus petite. Les pattes IV et V ont un article terminal simple.

L'article basilaire des pattes III offre, chez la femelle, un petit orifice circulaire très distinct ; c'est l'orifice génital femelle. Les ouvertures génitales mâles (♂) s'observent, dans l'autre sexe, à l'article basilaire des pattes V.

Chacun des péréiopodes I, II, III, IV, comme les gnathites 5 et 6, sert de support, par son article basilaire, à l'un des organes respiratoires recourbés sur les flancs de l'animal et cachés par la carapace. (Voir appareil respiratoire.) — *Somites* 10, 11, 12, 13, 14. Ils sont incomplets dans leur région supérieure, mais sont recouverts par la carapace (fig. 46, *ca*). Le dernier est mobile.

APPENDICES ABDOMINAUX OU PLÉOPODES. — **PLÉON OU ABDOMEN.**

1°, 2°, 3°, 4°, 5° Cinq paires de pattes abdominales réduites ou *pléopodes* (α, β, γ, δ, ε). Chez les mâles, celles de la première et de la deuxième paire sont des appendices couchés en avant au repos, et servant à diriger l'écoulement de la substance spermatique lors du rapprochement sexuel. (Comme nous le montrerons au § 4, ce ne sont pas des pénis dans le sens exact du mot.)

Chez les femelles, toutes les fausses pattes abdominales sont sensiblement identiques. Les œufs y sont fixés en paquets après la ponte, et l'animal les transporte ainsi avec lui. — *Somites* 15, 16, 17, 18, 19.

RAMES CAUDALES OU UROPODES.

6° Sixième paire de pattes abdominales (*u*) en forme de doubles rames plates. Elles constituent avec le dernier somite l'éventail caudal à l'aide duquel l'écrevisse donne les vigoureux coups de queue qui lui permettent de fuir à reculons. — *Somite* 20.

1. Les Décapodes utilisent leurs pinces comme instruments de défense et d'attaque. Ils les emploient encore comme des mains pour retenir très adroitement, sous la bouche, le morceau de chair dont ils arrachent des fragments à l'aide des mandibules.

Dernier somite ou *telson* (*t*), (τέλσον, limite), sans appendices, présentant à sa face inférieure l'orifice anal (*an*). TELSON.

Le total est donc de 21 somites et 20 paires d'appendices articulés.

Figure 45.



Figure 45.

SQUELETTE ET APPENDICES DE L'ÉCREVISSE MALE.

(A gauche de la figure, les membres ou, tout au moins, leurs premiers articles, sont en place; à droite, les appendices ont été enlevés.)

oe,	œil et pédoncule oculaire.
a,	antennule.
a',	antenne.
1,	protognathe (mandibule).
2,	deutognathe.
3,	tritognathe avec valvule, *v*.
4,	tétartognathe; *l*, lamelle.
5,	pémptognathe, *br*, lame branchifère et branchie.
6,	hectognathe.
p,	palpe.
I,	premier péréiopode et pince.
II,	deuxième »
III,	troisième »
IV,	quatrième »
V,	cinquième »
♂,	orifice génital mâle.
α,	pléopodes de première paire.
β,	» de deuxième paire.
γ,	» de troisième paire.
δ,	» de quatrième paire.
ε,	» de cinquième paire.
u,	uropodes.
t,	telson.
an,	orifice anal.
z,	troisième anneau abdominal et ses pléopodes, γ.

Cette figure a été dessinée d'après nature. Nous insistons sur ce détail, parce que le lecteur pourrait croire que notre dessin n'est qu'une copie de la fig. 3, A, de M. Huxley.

Cette étude rapide de l'exosquelette de l'Écrevisse aurait peu de portée, si nous n'y ajoutions quelques considérations sur l'enveloppe cutanée et les appendices des autres articulés.

Tête et appendices céphaliques *(sensoriels et buccaux)*. La tête distincte et mobile chez bon nombre de Crustacés, chez les Insectes, les Myriapodes, les Péripatides, est fusionnée dorsalement avec le péréion chez les Arachnides et les Mérostomes.

En dehors des Crustacés supérieurs, les pédoncules oculaires font en général défaut, les yeux étant sessiles.

Les Mérostomes paraissent privés d'appendices antennulaires et antennaires. Les antennules sont des appendices propres aux Crustacés et tous les arthropodes des autres groupes ne possèdent que des antennes. Celles-ci, très variables de forme chez les Insectes, simples chez les Myriapodes et les Péripatides, perdent dans la classe des Arachnides leur caractère typique de tigelles multi-articulées, pour revêtir, sous le nom de *chélicères,* l'aspect de crochets vénimeux chez les araignées proprement dites, celui de petites pinces didactyles chez les scorpions[1].

Quant aux pièces buccales ou gnathites, tant qu'elles ont pour usage la division ou la préhension des ali-

1. Ne point confondre les chélicères didactyles et petites des Scorpions avec les grandes pinces de ces animaux. Ces dernières, qui ne sont pas homologues des pinces des péréiopodes de l'Écrevisse et du Crabe, sont constituées par les palpes des protognathes.



ments, elles offrent la structure de membres plus ou moins modifiés se mouvant latéralement de droite à gauche et de gauche à droite[1]. Leur nombre et leur forme sont trop variables d'un groupe à l'autre pour essayer de donner à cet égard des détails incomplets; l'étude des gnathites de l'Écrevisse suffit pour faire comprendre le plan général.

S'il s'agit, au contraire, d'arthropodes se nourrissant par succion, comme des Crustacés inférieurs, beaucoup d'Insectes (papillons, punaises, mouches, etc.), les gnathites et les palpes qui les accompagnent se transforment profondément. Tantôt certains de ces organes s'allongent beaucoup pour constituer, par leur réunion, un tube étroit ou *trompe;* tantôt la trompe est formée aux dépens des bords buccaux prolongés en un canal renfermant des gnathites réduits ou métamorphosés en stylets.

PÉRÉION, APPENDICES LOCOMOTEURS. Les entomologistes divisent le corps des Insectes en *tête, thorax* et *abdomen*. Le thorax répond à la région que nous avons désignée chez les Crustacés sous le nom de péréion antérieur. Il ne comprend, chez les Insectes vrais, que trois somites (pro-méso-métathorax) et trois paires de pattes locomotrices[2]. Mais les Insectes diffèrent de tous les autres articulés par l'existence d'ailes. Ces ailes, au

1. Non de haut en bas, comme les mâchoires des vertébrés et des mollusques.

2. Répondant probablement ici aux trois paires de pattes-mâchoires de l'Écrevisse.



nombre de quatre (sauf dans les cas d'organes du vol rudimentaires ou profondément modifiés), sont portées, la première paire, par le deuxième somite du péréion antérieur ou mésothorax, la deuxième paire, par le troisième somite ou métathorax.

Quoique leur usage soit le même, elles ne peuvent être considérées comme les homologues des ailes des oiseaux ou des chauves-souris. En effet, chez les vertébrés en question, les ailes sont des pattes antérieures modifiées, tandis qu'il ne saurait en être ainsi chez les Insectes où le même somite thoracique porte à la fois, ventralement une paire de pattes et dorsalement une paire d'ailes. Les ailes des Insectes sont donc des appendices spéciaux qui ne dérivent pas des pattes ou membres proprement dits.

Les Arachnides possèdent quatre paires de pattes. Chez les Myriapodes et les Péripatides, les pléopodes ou membres abdominaux sont devenus semblables aux péréiopodes, de sorte que tous les somites ou à peu près portent des pattes locomotrices.

Pléon, appendices abdominaux. Nous venons de parler des Myriapodes et des Péripates. Le pléon ou abdomen des Insectes et des Arachnides manque ordinairement d'appendices, à moins que l'on ne veuille considérer comme tels certaines pièces postérieures inutiles à nommer ici.

Dans le § 3 (page 287 et suivantes), nous indiquerons les relations qui existent entre les membres des articulés à respiration aquatique et les branchies.

Saillies intérieures de l'exosquelette. L'écrevisse, le homard, le crabe, étant des animaux comestibles, le lecteur sait déjà, par expérience, que les muscles des articulés sont tous renfermés au dedans de l'enveloppe squelettique. Les muscles ne peuvent donc s'insérer qu'à la face interne des somites ou des articles des appendices.

La dissection de l'Écrevisse (§ 3) permettra de constater que les somites présentent des saillies lamellaires intérieures, les *apodèmes* (ἀπὸ, sur, δέμω, construire), comparables à des apophyses et qui servent à l'articulation respective des somites[1], à la protection et au soutien de certains organes[2], enfin à l'insertion de muscles.

Les articles des membres offrent des prolongements internes analogues sur lesquels des muscles moteurs viennent se terminer. Une de ces lamelles, remarquable par ses dimensions, s'observe aisément en arrachant l'article mobile d'une des pinces de l'Écrevisse.

Texture microscopique, composition chimique de l'exosquelette. Les téguments des arthropodes se composent de deux couches superposées dont il est facile de constater l'existence en détachant un fragment frais de l'exosquelette de l'Écrevisse. La couche externe est ici dure, assez cassante, la couche interne plus mince, pigmentée de bleu et de rouge, est molle et

1. Somites du péréion ou thorax, surtout.

2. Système nerveux, par exemple.

s'enlève aisément en raclant la surface avec la pointe du scalpel.

Toute comparaison de la couche externe avec l'épiderme des vertébrés et de la couche interne avec le derme, serait fausse; en effet, la couche superficielle, quelle que soit son épaisseur, n'est qu'une *cuticule,* un produit de sécrétion; la couche profonde est seule un tissu dans le sens exact du mot.

La cuticule ou couche externe porte, en général, le nom de *couche chitineuse.* Elle est formée de lames superposées d'une substance particulière, la *chitine* (χιτὼν, cuirasse), propre à l'exosquelette de tous les arthropodes et des vers supérieurs[1].

Chez les Insectes à téguments épais, dans les élytres, ou ailes de la première paire modifiées, du hanneton, elle ressemble plus ou moins à de la corne; mais, en réalité, la chitine n'a rien de commun avec les substances cornées. Obtenue pure, par des procédés chimiques, elle se présente sous l'aspect d'une matière parfaitement blanche dont les fragments gardent la forme des parties squelettiques dont ils proviennent. Sa composition[2] et ses propriétés paraissent indiquer qu'elle n'est qu'un produit de substitution de la cellulose ou d'un autre corps hydrocarboné à formule chimique voisine.

1. On a voulu retrouver la chitine chez beaucoup d'autres animaux. Des recherches commencées dans notre laboratoire permettront probablement de résoudre la question.

2. $C_{36} H_{60} N_4 O_{24}$.

La chitine est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, les acides étendus, et résiste *indéfiniment* à l'ébullition dans des solutions concentrées de potasse ou de soude[1].

Chez les Articulés, les lames chitineuses sont, en général, imprégnées de matières colorantes diverses. De plus, chez les Crustacés, les Myriapodes et quelques autres, la chitine est associée à des sels calcaires, phosphate et carbonate de calcium, augmentant beaucoup la dureté des enveloppes squelettiques.

Toutes les saillies, les épines, les poils, les écailles minces[2], les apodèmes, etc., qui peuvent s'observer à la surface externe ou interne des parois du corps des arthropodes sont des productions chitineuses.

La couche intérieure des téguments produisant, par sécrétion, la cuticule chitineuse que nous venons de décrire, a reçu le nom de *couche chitinogène*. En général mince, composée de cellules juxtaposées plus ou moins nettement distinctes, elle peut être comparée aux couches épithéliales.

La couche chitinogène et son revêtement sécrété de chitine ne sont pas limités aux téguments proprement dits. L'une et l'autre se reployant en dedans aux divers orifices naturels du corps, vont tapisser intérieurement une partie des organes. C'est ainsi qu'on observe une

1. Les autres propriétés ne sont pas de nature à être énumérées dans un ouvrage aussi élémentaire que celui-ci.

2. Nous citerons les écailles minces, très jolies à observer au microscope, qui recouvrent, comme une poussière, les ailes des papillons.



cuticule chitineuse mince et une couche sous-jacente de cellules chitinogènes dans une portion étendue de l'appareil digestif, dans les conduits des organes génitaux, dans les organes respiratoires, etc. Il sera question plus loin des productions spéciales auxquelles donne lieu la cuticule interne.

La solidité relative de l'enveloppe des articulés serait un obstacle à la croissance de ces animaux, si par une disposition intéressante, ils ne pouvaient se débarrasser du revêtement chitineux pour en produire un autre, comme nous échangeons un habit trop étroit contre un costume plus ample. La *mue*, ou ce que le vulgaire appelle le changement de peau, n'a pas d'autre but. Tous les articulés subissent une série de mues successives assez régulièrement espacées, soit pendant l'état larvaire seulement, soit durant toute la vie.

L'ancienne cuticule se soulève, se détache; une cuticule nouvelle, molle, qui reproduira tous les détails de la première, s'est formée au-dessous. A un moment donné, les efforts de l'arthropode amènent la production de fentes (toujours les mêmes et au même endroit chez la même forme d'arthropode) dans la vieille enveloppe; il retire ses antennes, ses pattes, etc., des étuis intacts ou fendus qui les entouraient, et sort enfin complètement de cette espèce de vêtement qui conserve exactement la forme de son propriétaire et qui comprend, non seulement les parois squelettiques externes, mais les lames chitineuses des organes intérieurs.

L'Écrevisse qui a mué est molle et pâle, mais peu

d'heures suffisent pour que la couche cuticulaire se charge de sels calcaires et acquière la dureté voulue.

§ 3.

APPAREILS CIRCULATOIRE ET RESPIRATOIRE.

En examinant la face dorsale de la carapace, on observe, au milieu de la moitié postérieure recouvrant les somites qui portent les pattes locomotrices, un écusson rectangulaire d'environ 6 à 7 millimètres de largeur, limité par des sillons assez nets.

Si, chez une Écrevisse *vivante* fixée sur une planchette à l'aide de quelques tours de ficelle, on fait deux légers traits de scie transversaux, l'un à la limite antérieure, l'autre à la limite postérieure de l'écusson indiqué ci-dessus, on peut aisément, en y mettant quelques précautions, entamer le squelette avec des ciseaux le long des limites latérales de l'écusson, enlever complètement ce dernier, et pratiquer ainsi une fenêtre dans la carapace. Pendant cette opération, il s'est écoulé une certaine quantité de sang; nous reparlerons bientôt de ce liquide.

L'opération ayant été faite convenablement, on constate que, sous la plaque qui vient d'être enlevée, existe une fine membrane pigmentée, la paroi supérieure du *sinus péricardique*. Celle-ci supprimée à son tour, laisse voir un organe hexagonal blanc, d'abord immobile, mais qui ne tarde pas à présenter des contractions rythmiques ; c'est le *cœur* (fig. 47, B).

En observant le cœur de près, avec une loupe, l'opérateur voit qu'il a la forme d'une poche à peu près prismatique, un peu plus longue que large, offrant à sa face supérieure deux orifices veineux semblables à des boutonnières. A chaque diastole, cette face dorsale se déprime, le cœur devient translucide, s'élargit transversalement et les orifices se dilatent; puis, à la systole qui suit, la face dorsale redevient plane, les orifices se ferment, par le rapprochement de leurs lèvres, le cœur se rétrécit transversalement et passe au blanc mat par suite du resserrement de ses éléments musculaires.

Des artères partent de cet organe. Une injection est nécessaire pour en suivre au moins les gros troncs. A cet effet, chez un autre individu vivant, immobilisé sur un support, comme le précédent, on fore à l'aide d'une grosse épingle un petit trou près d'un des bords latéraux de l'écusson qui recouvre le cœur[1]. On engage dans cette ouverture l'extrémité effilée d'un tube de verre du diamètre d'un crayon, d'une vingtaine de centimètres de longueur, et plein d'une solution *fluide* de gomme arabique additionnée de bleu de Prusse ou de vermillon[2]. Dans ces conditions, la poche ou sinus péricardique qui entoure le cœur se remplit du liquide coloré et, le cœur continuant à battre, l'animal s'injecte lui-même assez bien. Au bout de trente minutes, on jette

1. Il ne faut percer que les téguments et la membrane sous-jacente; la pointe de l'épingle ne doit pas pénétrer jusqu'au cœur.

2. De simples couleurs à l'aquarelle, de bonne qualité.



l'Écrevisse dans de l'alcool pur du commerce, pour faire coaguler la gomme colorée sur place. Quelques heures suffisent pour que l'alcool pénètre partout, grâce à l'orifice percé dans la carapace.

Après avoir fixé ensuite le crustacé dans le baquet à dissection, on fend transversalement la carapace à l'aide de ciseaux en suivant une ligne qui, allant d'une mandibule à l'autre, passe supérieurement derrière l'insertion des yeux. On soulève la carapace et on la détache, en glissant en dessous la lame d'un scalpel pour rompre les attaches.

On fend longitudinalement et de chaque côté tous les arceaux dorsaux des somites de l'abdomen, à un demi centimètre de leur bord latéral; puis on détache toute la bande médiane en la renversant d'avant en arrière.

Sauf quelques lambeaux de membrane pigmentée, lambeaux que l'on enlève du reste avec facilité, l'ablation d'une grande partie de la face dorsale de l'exosquelette a mis à nu le tube digestif, les muscles de l'abdomen, les appareils respiratoire (branchies), circulatoire et reproducteurs dans leurs rapports mutuels.

Ce que nous avons appelé *cœur,* avec tous les auteurs, est un véritable *ventricule,* suspendu par les vaisseaux qui en émanent et par des faisceaux fibreux conjonctifs, au milieu d'une poche à parois minces.

Cette poche, ou *sinus péricardique,* produite par la réflexion de la membrane connective qui tapisse la cavité viscérale générale, est en contact supérieurement

avec la carapace et repose inférieurement sur les organes génitaux et la glande digestive. Les canaux qui ramènent le sang qui a traversé les branchies viennent y déboucher à droite et à gauche.

Une coupe transversale de l'Écrevisse, à la hauteur du cœur, montre clairement que la cavité du corps se trouve là divisée en deux étages : le supérieur, constitué par le sinus péricardique et renfermant le cœur ; l'inférieur, occupé par les viscères digestifs, génitaux et le système nerveux (fig. 46).

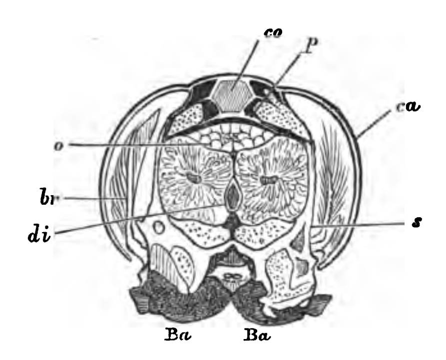
Le sinus péricardique joue à peu près le rôle d'une oreillette. En effet, le sang artérialisé dans les branchies le remplit, puis, à chaque diastole ventriculaire, pénètre dans le cœur par les orifices en forme de boutonnières signalés plus haut. Ces orifices sont, en réalité nombreux ; d'après le travail récent de M. Béla Derzõ [1], il y en aurait, à la face dorsale, cinq paires, dont une très visible, et quatre fort petites et, à la face ventrale, trois, dont deux très étroites.

Le cœur des Crustacés, comme, du reste, celui de tous les Arthropodes, est un cœur exclusivement artériel. Sa structure dans la série des articulés peut toujours être ramenée à un même plan commun : une poche contractile munie d'orifices en fentes et logée dans une chambre dorsale ou sinus, dans laquelle vient s'accumuler le sang revenant du corps après avoir été mis en rapport avec l'appareil respiratoire.

---

1. *Zoologischer Anzeiger,* 1 jahrg. 1878, p. 126.

Figure 46.



COUPE TRANSVERSALE DE L'ÉCREVISSE A LA HAUTEUR DU COEUR.

(D'après nature.)

ca,	carapace.
s,	régions latérales vraies des somites.
B*a*,	bases des pattes.
br,	branchies.
co,	coupe du cœur.
p,	plancher du sinus péricardique.
o,	coupe de l'ovaire.
di,	coupe de la glande digestive et de l'intestin.

Cependant, l'organe est ordinairement beaucoup moins ramassé que chez les Crustacés décapodes, et affecte, dans le plus grand nombre des cas, comme chez les Insectes, les Myriapodes, les Arachnides, la forme d'un long tube dans les parois duquel on voit la contraction cheminer, en véritable onde musculaire, de l'extrémité postérieure vers l'extrémité antérieure. De là le nom de *vaisseau dorsal* que l'on donne en général au cœur des arthropodes.

Une disposition signalée par M. Graber[1] chez les Insectes, explique parfaitement le procédé mécanique par lequel le sang de ces animaux vient remplir le sinus péricardique. Le plancher de ce sinus est un véritable diaphragme musculaire bombé vers le haut qui, lorsqu'il se contracte, comprime les viscères situés en dessous et force, par conséquent, le sang du système lacunaire à passer au-dessus dans la chambre dorsale[2].

Le développement des troncs artériels dans lesquels le sang se trouve chassé à chaque systole, varie beaucoup d'un groupe à l'autre; les Décapodes doivent être rangés parmi les animaux articulés dont le système vasculaire offre un assez grand degré de complication relative.

Six troncs principaux, munis à leur origine de

1. Die Insekten (in *Die Naturkräfte*), page 343. München, 1877.

2. Mes recherches personnelles ne me permettent point d'admettre le même mécanisme chez les Crustacés décapodes.



petits replis valvulaires, naissent du cœur dans l'ordre suivant :

Extrémité antérieure.	**Au milieu : l'*artère ophthalmique,* ou mieux *céphalique,* passant au-dessus de l'intestin buccal et se rendant aux ganglions cérébroïdes et aux yeux (fig. 47, B, AC).** **A droite et à gauche : les *artères antennaires,* divergeant et distribuant le sang à l'appareil digestif, aux organes génitaux et aux antennes (AA).**
Face inférieure (en dessous de la région antérieure du cœur).	**A droite et à gauche : les *artères* dites faussement *hépatiques,* se rendant à la glande digestive (foie des auteurs).**
Extrémité postérieure (Sous l'extrémité postérieure).	**L'artère la plus volumineuse, ou *artère sternale,* se divisant presque immédiatement à son origine en deux branches : l'une supérieure, se dirigeant en arrière et longeant la face dorsale de l'intestin sous le nom d'*artère abdominale supérieure* (AB) ; l'autre se courbant en avant et en bas, gagnant la face inférieure du péréion ou thorax et se partageant en deux rameaux, le premier antérieur, ou *artère sternale proprement dite,* le second postérieur, ou *artère abdominale inférieure.* Ces artères distribuent le liquide sanguin aux muscles du tronc et des appendices.**

Les troncs artériels émettent une foule de petites branches qui, en se ramifiant, finissent par donner lieu à des divisions qu'on peut regarder comme capillaires.

Il n'existe pas de veines dans le sens exact du mot; mais des lacunes plus ou moins nettement limitées par des lamelles conjonctives. Le sang vient enfin se rassembler dans des canaux, ou *sinus veineux,* à parois très minces, situés à la base des pattes locomotrices (par conséquent, à la base des branchies) et communiquant tous avec un sinus veineux médian occupant la face ventrale du péréion.

Chaque branchie reçoit un tronc afférent émanant des sinus et lui apportant le sang veineux. De chacune d'elles naît ensuite un tronc de retour efférent (veine branchiale), ramenant le sang artérialisé au contact de l'eau aérée et débouchant enfin, avec les autres troncs semblables, dans le sinus péricardique.

Dans le § 6 du chapitre VI, page 222, nous avons déjà dit un mot du sang des Crustacés; nous avons signalé le peu d'importance du rôle des globules, la présence de l'hémocyanine et la propriété que cette substance donne au liquide de bleuir au contact de l'oxygène de l'air. Revenons un instant sur les faits remarquables que nous offre le sang des articulés.

Ce liquide qui représente ici, comme chez les mollusques, à la fois le chyle, la lymphe et le sang proprement dit, se compose d'un plasma et de globules.

Les globules, beaucoup plus rares que ceux des vertébrés, sont incolores. Si on les examine dans du sang frais, on leur voit émettre des prolongements protoplasmiques qui modifient leur forme et leur donnent souvent un aspect framboisé; mais si on prend la pré-

caution de recevoir la goutte de sang dans un réactif qui fixe les éléments histologiques [1], on s'assure que les globules sanguins de l'Écrevisse, par exemple, sont à peu près elliptiques et munis d'un volumineux noyau ovale à nucléoles multiples (fig. 47, C, D).

Le plasma du sang des Crustacés qui, ainsi que nous l'avons déjà répété, est le véhicule commun des substances nutritives plastiques et de l'oxygène, renferme, d'après les recherches de MM. Jolyet et Regnard et d'après celles de M. Frédéricq, deux matières colorées, l'une rose n'appartenant pas au groupe des substances albuminoïdes et ne changeant pas au contact de l'air, l'autre qui est l'hémocyanine, contenant du cuivre et donnant avec l'oxygène une combinaison lâche bleue.

Appareil respiratoire. Les arthropodes se divisent très naturellement en deux groupes, suivant la nature de leurs organes de respiration; les uns appelés *branchiés* (Crustacés, Mérostomes), munis de *branchies* et à respiration généralement aquatique; les autres nommés *trachéates* (Insectes, Myriapodes, Péripatides, Arachnides), à respiration presque toujours aérienne et dont l'appareil respiratoire est constitué par des tubes aérifères à structure spéciale, les *trachées*.

Nous aurons donc à décrire : 1° les branchies, 2° les trachées.

---

1. Solution d'acide osmique.

Figure 47.

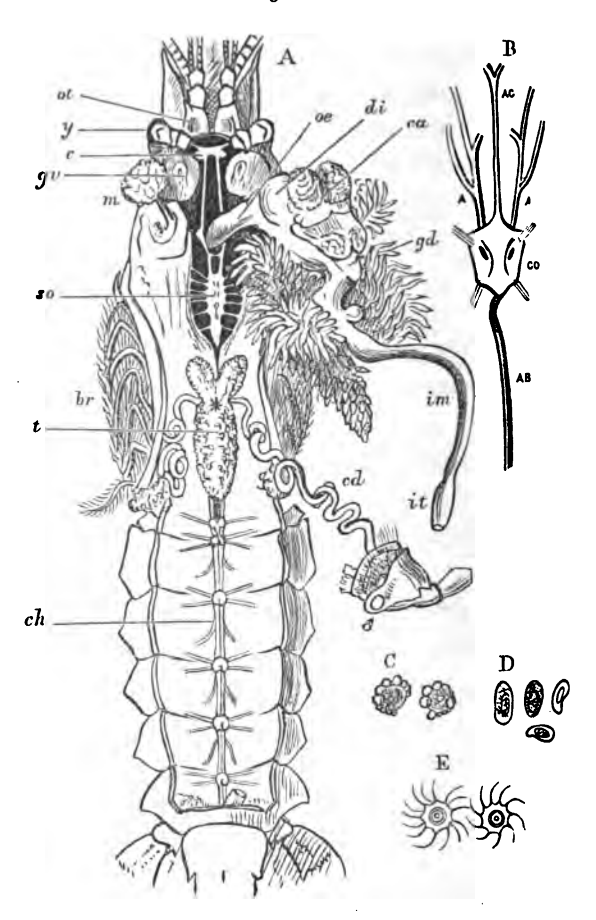


Figure 47.

A, Écrevisse mâle disséquée de façon à montrer le système nerveux, l'appareil digestif et les organes reproducteurs. Grandeur naturelle (d'après nature).

ot, organes auditifs des antennules.
y, yeux.
c, ganglions cérébroïdes.
so, masse ganglionnaire sous-œsophagienne.
ch, chaine ganglionnaire ventrale.
oe, œsophage.
di, masse calcaire.
ca, poche digestive (estomac des auteurs).
gd, glande digestive (foie des auteurs).
im, intestin moyen.
it, intestin terminal.
br, branchies.
gv, glande verte.
t, testicules.
*, place occupée par le cœur.
cd, canal déférent.
♂, orifice génital mâle.
m, muscle d'une mandibule.

B, Cœur et vaisseaux.

co, cœur.
AC, artère céphalique.
AA, artères antennaires.
AB, artère abdominale supérieure.

C, Globules sanguins du sang frais.

D, Globules sanguins après action de l'acide osmique et du picrocarmin.

E, Spermatozoïdes.

Il a déjà été dit plus haut, à propos de la décomposition du squelette (page 268), que les branchies de l'Écrevisse sont portées par les bases des pattes-màchoires et des pattes locomotrices.

En réalité, ces organes respiratoires disposés ici sur quatre rangs, ne sont ni tous identiques, ni tous portés par les membres.

On constate l'existence : 1° de lamelles foliacées garnies de filaments branchiaux; nous leur avons déjà donné le nom simple de *lamelles branchifères*. Ce sont les *podobranchies* de M. Huxley[1]. Elles sont portées par l'article basilaire des pattes-mâchoires 2 et 3 et par celui des quatre premières pattes locomotrices; 2° de *six branchies proprement dites*, fixées sur la membrane flexible qui unit au thorax les articles basilaires des appendices que nous venons d'indiquer; 3° de *cinq autres branchies vraies*, situées un peu en arrière des précédentes et insérées sur la membrane d'attache de la troisième patte-mâchoire et des quatre premières pattes; 4° enfin de *branchies*, dont deux rudimentaires, fixées sur les somites mêmes d'où dépendent les membres locomoteurs 3, 4 et 5. (*Pleurobranchies* de Huxley.)

La disposition de l'appareil branchial de l'Écrevisse (d'un seul côté) peut donc se résumer comme il est indiqué au tableau de la page suivante.

---

1. Huxley. *On the classification and the distribution of the Crayfishes.* (Proceedings of the zool. Society. Juin, 1878.)



SOMITES.	APPENDICES.	PODOBRANCHIES.	BRANCHIES P. P. D.		PLEUROBRANCHIES.
VIII	Pemptognathe	1	1	0	0.
IX	Hectognathe	1	1	1	0.
X	1re patte	1	1	1	0.
XI	2e patte	1	1	1	0.
XII	3e patte	1	1	1	Rudimentaire.
XIII	4e patte	1	1	1	Rudimentaire.
XIV	5e patte	0	0	0	1.

En thèse très générale, chez les Arthropodes branchiés, les branchies sont, ou des pattes profondément modifiées, ou des appendices de l'article basilaire des pattes, soit thoraciques, soit abdominales. Tantôt les branchies sont visibles à l'extérieur du corps; tantôt, comme chez l'Écrevisse et les autres Crustacés décapodes, elles se recourbent dorsalement le long des flancs de l'animal et sont cachées par la carapace et un repli tégumentaire (fig. 46, *ca*).

Chacune des branchies de l'Écrevisse est, en réalité, un appendice cutané dont la charpente comprend donc, partout, une couche chitinisée externe et une couche de cellules chitinogènes internes. Sa forme, admirablement conçue pour amener une énorme multiplication de surface, est, chez la branchie proprement dite, celle d'un panache composé d'un axe médian et d'une série de barbules ou filaments branchiaux cylindriques, longs et grêles.

Il n'y a pas, à proprement parler, de réseau capillaire

dans ces organes. La cavité intérieure de chacun des filaments cylindriques est divisée en deux conduits par une cloison délicate ; l'un de ces conduits reçoit le sang veineux amené par le canal afférent qui longe l'axe de la branchie; l'autre sert au retour du sang artérialisé qui passe ensuite dans le canal efférent.

Les branchies des décapodes étant immobiles, un mécanisme spécial est nécessaire pour renouveler rapidement l'eau aérée à leur surface. L'eau pénètre dans la cavité branchiale de l'Écrevisse par la fente longitudinale comprise entre le bord inférieure de la carapace et la base des péréiopodes; elle en sort constamment par un canal s'ouvrant antérieurement sur les côtés de la bouche, dirigée dans ce mouvement par les oscillations continuelles d'une lame chitineuse ou valvule, annexée à l'article basilaire de la mâchoire de deuxième paire (tritognathe). (Fig. 45, 3, *v*.)

Les *trachées* des Insectes sont des tubes aérifères situés dans l'intérieur du corps, s'ouvrant en général à la surface de celui-ci par des orifices nommés *stigmates*, et se terminant par des extrémités closes, après s'être ramifiés et subdivisés à peu près comme des vaisseaux.

Pour nous en faire une idée nette, il faut évidemment abandonner un moment l'Écrevisse et avoir recours à un autre type. Tous les Insectes proprement dits peuvent convenir, à la rigueur, mais il vaut mieux, pour un débutant, s'adresser à une forme dont les téguments ne soient pas recouverts par des poils ou autres productions masquant les orifices respiratoires. On

s'adressera donc de préférence soit à une chenille ou larve nue (ver à soie, chenille de sphinx, larve de hanneton, etc.), soit à un coléoptère, comme le Hanneton[1].

Chez ces Insectes, on observe, sur les régions latérales du corps de la chenille, sur les côtés de la région dorsale des premiers anneaux de l'abdomen du coléoptère, des ouvertures étroites entourées chacune d'un petit cadre chitineux. Ce sont les *stigmates* par lesquels l'air entre dans le système trachéen.

Si, ensuite, on ouvre l'animal sous l'eau, comme pour le disséquer, on trouve la surface de tous les organes, muscles, tube digestif, organes génitaux, glandes, etc., parcourue par d'innombrables ramifications tubulaires blanches ou à éclat argenté par réflexion, noirâtres par transparence au microscope. Ces tubes ou *trachées* doivent l'aspect que nous venons de signaler à la colonne d'air qui les remplit. Souvent, comme chez le Hanneton, ils présentent, sur leur trajet, des renflements ou ampoules, véritables réservoirs pour l'air que l'insecte doit respirer pendant le vol. Mais nous laisserons cette particularité de côté, pour insister sur la structure du tube trachéen ordinaire.

Toute trachée est une dépendance des téguments et peut être considérée comme un prolongement en forme de tube que ceux-ci, à chaque orifice stigmatique, envoient dans l'intérieur du corps. Il en résulte que le

---

1. Après lui avoir enlevé les élytres, ou étuis chitineux représentant les ailes antérieures, et les ailes proprement dites.



tube trachéen est constitué par deux tuniques principales : une externe cellulaire (fig. 48, *e*), épithéliale, en continuité avec la couche chitinogène de l'exosquelette; une interne cuticulaire, chitineuse, en continuité, aux bords du stigmate, avec la couche chitineuse de ce même exosquelette *(c)*.

Comme la cavité des trachées doit rester béante pour la libre pénétration de l'air à l'intérieur, la cuticule chitineuse interne est renforcée par un épaississement en forme de moulure ou de côte saillante disposée en hélice à tours rapprochés. Ce dernier caractère est très facile à vérifier sur de gros troncs trachéens, à l'aide du premier microscope venu.

Le mécanisme respiratoire, c'est-à-dire celui par lequel se renouvelle l'air dans le réseau des trachées, est assez simple. L'animal modifie alternativement la capacité du système, soit par l'allongement et le raccourcissement alternatif de l'abdomen, soit par le rapprochement et l'écartement des arceaux qui composent les somites.

Quant à la respiration en elle-même, on comprend parfaitement que le sang de la circulation lacunaire rencontrant partout sur son trajet les ramifications trachéennes à parois très minces et chargées d'air[1], il

1. Les recherches de M. Graber ont montré que le sang subissait même le contact de l'air immédiatement avant son entrée dans le cœur, ou vaisseau dorsal; ce dernier reposant, en effet, dans le sinus péricardique, sur un véritable coussin de terminaisons trachéennes.

Figure 48.

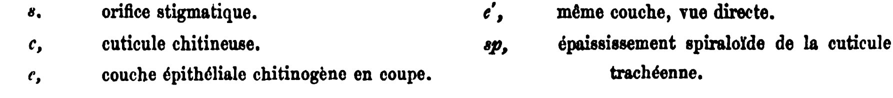


FIGURE THÉORIQUE DE LA STRUCTURE D'UNE TRACHÉE.

s.	orifice stigmatique.	*e',*	même couche, vue directe.
c,	cuticule chitineuse.	*sp,*	épaississement spiraloïde de la cuticule trachéenne.
e,	couche épithéliale chitinogène en coupe.		

s'établit facilement des échanges gazeux qui, chez les Insectes de certains groupes, l'Abeille, par exemple, sont extrêmement actifs et rapides.

Il resterait à décrire comment le système trachéen devient très simple chez les Péripatides et comment il affecte, chez les araignées et les scorpions, une structure anormale qui lui a fait donner, quoiqu'assez à tort, le nom de poumons[1], mais cela nous entraînerait beaucoup trop loin. Ce qui précède suffit pour faire apprécier les différences qui séparent les deux formes d'organes respiratoires des articulés : la branchie et la trachée.

§ 4.

APPAREIL REPRODUCTEUR, APPAREIL DIGESTIF, ORGANES EXCRÉTEURS.

L'Écrevisse ayant été ouverte suivant le mode indiqué page 281, les organes se présentent dans l'ordre suivant, en procédant d'avant en arrière :

LIGNE MÉDIANE : renflement volumineux de l'intestin buccal (estomac des auteurs), (fig. 47, *ca*); lobes antérieurs des testicules ou des ovaires (*t*); cœur (*); intestin moyen (*im*); intestin terminal (*it*).

RÉGIONS LATÉRALES : glandes vertes (organes excréteurs), (fig. 47, *gv*); muscles des mandibules s'insérant au squelette dorsal (*m*); lobes latéraux de la glande digestive (masse jaune volumineuse), (*gd*); chez le mâle,

1. Voir le tableau de la subdivision du sous-embranchement des Articulés, terminant ce chapitre.

canaux déférents des testicules enroulés et repliés sur eux-mêmes (*cd*); branchies (*br*); muscles moteurs de l'abdomen.

ORGANES REPRODUCTEURS. L'hermaphrodisme normal est rare chez les articulés; il n'est connu, parmi les Crustacés, que chez les *Cirripèdes* et, parmi les Arachnides, que chez les *Tardigrades*.

Les sexes sont donc séparés dans la plupart des cas.

Pour isoler les organes reproducteurs de l'Écrevisse ouverte, on enlève le cœur, ce qui met à nu les organes génitaux internes (fig. 47, *t*) occupant la région postérieure du péréion ou thorax.

Chez le mâle, les deux testicules, parfaitement blancs et composés de nombreux petits culs de sacs arrondis, sont en grande partie fusionnés dans leur moitié postérieure, de façon à constituer une glande volumineuse à trois branches, à peu près comme la lettre Y. La branche impaire postérieure est située sous le cœur, ou, mieux, sous le plancher du sinus péricardique (fig. 46). Du point de réunion des trois branches, naît à droite et à gauche un canal déférent (fig. 47, *cd*), incolore, long, contourné un grand nombre de fois et aboutissant à un orifice percé dans l'article basilaire d'un des péréiopodes de la cinquième ou dernière paire (fig. 47, ♂, et fig. 45, ♂).

Les spermatozoïdes des Crustacés décapodes, directement extraits des canaux déférents, s'éloignent assez de ceux des autres articulés, chez lesquels ils sont, en général, cylindroïdes ou filiformes. En effet, les sper-

matozoïdes des Crustacés en question consistent en corpuscules immobiles munis de prolongements sétiformes diversement disposés et, chez l'Écrevisse, en particulier, ce sont de petites vésicules lenticulaires garnies, sur leur circonférence, d'appendices déliés naissant d'une façon rayonnante (fig. 47, E)[1].

Chez beaucoup d'arthropodes, les spermatozoïdes ne flottent pas librement dans un liquide, lors de leur expulsion, mais sortent des organes génitaux réunis en groupes ou en faisceaux; soit simplement agglutinés par une matière sécrétée, soit enveloppés dans des étuis communs, temporaires, destinés à s'ouvrir quelque temps après le rapprochement sexuel. Ces petites masses de spermatozoïdes réunis portent le nom de *spermatophores*.

Les spermatozoïdes de l'Écrevisse sont aussi enveloppés par une sécrétion visqueuse du canal déférent. Les spermatophores ont l'aspect de petits boudins d'un blanc crayeux que le mâle dépose sur le ventre de la femelle renversée, en s'aidant des pléopodes (ou pattes abdominales) des deux premières paires (fig. 45, α, β).

Les ovaires ont, dans leur ensemble, une forme qui rappelle beaucoup celle des testicules et occupent la

1. Ces formes anomales ne sont probablement toutes que des états transitoires. Chez les Crustacés où l'observation a pu être poursuivie, on a vu les spermatozoïdes, dans les organes reproducteurs de la femelle, subir un développement de plus et donner lieu à des éléments spermatiques plus voisins du type général.

même place. Les deux oviductes, notablement plus courts que les canaux déférents, mais plus larges, aboutissent aux orifices percés dans les articles basilaires des péréiopodes de la troisième paire[1].

Suivant M. Carbonnier[2], la ponte de l'Écrevisse a lieu 25 jours après l'approche du mâle. Les œufs restent fixés aux fausses pattes abdominales.

APPAREIL DIGESTIF. On coupe l'intestin contre le bord de l'anneau qui précède le telson (fig. 47, *it*); on le détache soigneusement le long de tout son trajet abdominal; puis, dégageant la volumineuse glande digestive jaune *(gd)* qui envoie, en arrière, des prolongements sous les organes reproducteurs (fig. 46), on fait glisser, d'arrière en avant, l'intestin sous le testicule ou l'ovaire et on déjette, avec précaution, tout le tube digestif à droite, comme dans la figure 47.

Ici, comme chez la plupart des Crustacés, comme chez les Arachnides et à peu près, comme chez les Myriapodes, le tube digestif n'est pas plus long que le corps et offre une direction rectiligne. Mais chez beaucoup d'Insectes, sa longueur relative est beaucoup plus grande et il décrit alors des circonvolutions logées dans l'abdomen.

Les Crustacés n'ont pas de glandes salivaires. La plupart des Insectes offrent, au contraire, deux glandes

1. Nous donnerons, à la fin de ce chapitre, quelques indications quant au développement embryonnaire des Arthropodes.

2. *L'Écrevisse, mœurs, reproduction, éducation*. Paris, 1869.

salivaires souvent en forme de grappes, s'ouvrant à l'origine du tube digestif et sécrétant un liquide qui, comme chez les vertébrés, transforme les matières féculentes en glucose.

L'intestin buccal de l'Écrevisse comprend un œsophage court, à direction presque verticale, aboutissant à une vaste poche renflée, remplissant une grande partie de la région céphalique et que tous les auteurs, jusque dans ces derniers temps, ont appelée estomac.

Nous dirons, dès à présent, que les observations récentes prouvent que cette poche n'a aucun des caractères d'un sac stomacal ; elle est tapissée au-dedans par une cuticule chitineuse et ses parois ne présentent point d'éléments sécréteurs. Elle est cependant le siège d'une digestion très active, comme nous allons l'exposer dans un instant.

La poche en question (fig. 47, *ca*) a assez sensiblement la forme d'une pyramide à trois faces dont la base est antérieure. En l'ouvrant, on constate que la cuticule chitineuse forme, à l'intérieur, des saillies denticulées brunes au nombre de trois.

Les parois externes sont garnies de muscles destinés à faire jouer les saillies intérieures les unes par rapport aux autres. Quatre de ces muscles sont très visibles à la région dorsale de l'organe et vont se fixer à la carapace.

Des crabes que nous avons nourris jadis avec de la viande crue et dont nous ouvrions la poche digestive quelque temps après les repas, nous ont montré que

l'action triturante des pièces chitineuses était assez faible. La chair n'était pas découpée, mais déchirée, par traction, en un long ruban irrégulier.

Le liquide sécrété par la glande digestive remonte, si nous pouvons nous exprimer ainsi, et vient s'accumuler dans la poche où il agit sur les aliments triturés.

La région postérieure de la poche digestive, région appelée anciennement pylore, est étroite. Son petit diamètre intérieur et une disposition qu'il serait trop long d'exposer ici, s'opposent au passage d'aliments non digérés.

Avant les époques de mue (variables suivant l'âge), on trouve, vers les angles antérieurs de la poche digestive, entre la cuticule et la paroi extérieure, deux masses blanches (fig. 47, *di*) en grande partie calcaires et en forme de lentilles plan-convexes.

Ces masses étaient utilisées jadis en pharmacie sous les noms de pierres d'écrevisse et d'yeux d'écrevisse!

Lors de la mue, la cuticule interne de la poche digestive se détachant, les concrétions deviennent libres, tombent dans la cavité et les mouvements des parois de cette dernière les usent l'une contre l'autre. D'après M. Chantran, elles sont broyées et dissoutes en quatre-vingts heures, environ[1]. Il est généralement admis que

1. Chantran, *Sur le mécanisme de la dissolution intrastomacale des concrétions gastriques des Écrevisses.* (Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, tome LXXIX, 1874, page 1230.)



leur substance calcaire est utilisée par l'Écrevisse pour la calcification des téguments nouveaux (voyez p. 278).

Si l'on cherche à comparer le tube digestif de l'Écrevisse à celui des autres articulés, on trouve qu'il existe aussi, chez un grand nombre d'arthropodes, un renflement plus ou moins spacieux de l'intestin buccal auquel on a donné le nom de *jabot*. Ce dernier est séparé de l'intestin moyen par une portion rétrécie munie de pièces chitineuses (*gésier* des auteurs), faisant fonction de valvule ou de tamis, de façon à ne laisser passer les substances alimentaires que par petites quantités et généralement après qu'elles ont subi dans le jabot certaines actions digestives.

L'intestin moyen de l'Écrevisse est long, à peu près droit et, près de son origine antérieure, s'ouvrent les conduits excréteurs de la volumineuse glande digestive que des considérations purement morphologiques ont pendant si longtemps fait considérer comme un foie.

Les observations de MM. Jousset de Bellesme, Hoppe Seyler et Krukenberg[1] pour les Crustacés, et les nôtres pour les Arachnides[2], ont prouvé que la glande à appa-

1. Hoppe Seyler, *Ueber Unterschiede im chemischen Bau und der Verdauung höherer und niederer thiere.* (Arch. für die gesammte Physiologie de Pflüger. Bd. 14, 1877, page 395.) — Krukenberg, *Beitr. z. Kenntniss der Verdauungsvorgänge* et *Zur Verdauung bei den Krebsen.* (Unters der Physiol. Instituts der Univ. Heidelberg. Bd. II.)

2. F. Plateau, *Recherches sur la structure de l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion chez les Aranéides dipneumones.* (Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 2e série, tome XLIV, 1877.)



rence de foie, annexée au tube digestif de nombreux arthropodes, est une glande à sécrétion digestive, comparable, jusqu'à un certain point, au pancréas des vertébrés (voyez page 127).

Chez l'Écrevisse, en particulier, le liquide qu'elle sécrète, d'un jaune brunâtre, à réaction acide, dépourvu de pigments et d'acides biliaires, n'ayant donc aucune des propriétés de la bile, renferme trois ferments différents, dissolvant les albuminoïdes, transformant les féculents en glucose et dédoublant les matières grasses. Ainsi que nous le disions plus haut, il passe dans la poche digestive de l'intestin buccal.

Des glandes à sécrétion semblable sont annexées à l'intestin moyen des Araignées, de beaucoup d'Insectes, etc.; nous devons nous borner ici à en signaler l'existence.

Quant à l'intestin terminal de l'Écrevisse, il est fort court et un peu plus large que l'intestin moyen.

Organes excréteurs. Chez les Insectes, les Myriapodes, les Arachnides, par conséquent tous les trachéates typiques, les organes excréteurs ou dépurateurs urinaires, sont de longs tubes glandulaires cylindriques, parfois très nombreux, les tubes de Malpighi[1], aboutissant dans l'intestin terminal, en général au point où ce dernier reçoit l'intestin moyen. Chez les Crustacés et les Péripatides, ce sont des tubes glandulaires indé-

---

1. *Malpighi*, anatomiste et naturaliste italien, mort en 1694, a découvert les tubes glandulaires excréteurs des Insectes.



pendants du tube digestif et s'ouvrant directement à l'extérieur, comme les *organes segmentaires* des vers (voyez chapitre VIII).

Les organes excréteurs des Crustacés consistent ordinairement en tubes enroulés aboutissant à la base des antennes. L'Écrevisse nous offre un bel exemple d'organes de ce genre connus sous le nom de *glandes vertes*.

Les glandes vertes, situées dans la région tout à fait antérieure de la cavité céphalique (fig. 47, *gv*), en avant de la poche digestive, se présentent comme deux corps ovalaires, aplatis, d'un vert légèrement bleuâtre. Le canal excréteur de chacune d'elles aboutit à l'orifice que nous avons signalé (page 267) dans l'article basilaire de l'antenne externe.

Ce canal brusquement dilaté forme, au-dessus de la glande, une vésicule de dépôt spacieuse et à parois très minces.

Le liquide produit par les organes excréteurs renferme, chez les Insectes et les Myriapodes, de l'acide urique, des urates, de l'oxalate de calcium, etc., chez les Arachnides et l'Écrevisse, de la guanine; il a donc les caractères d'une sécrétion urinaire.

§ 5.

SYSTÈME NERVEUX, ORGANES DES SENS.

Dans tout le sous-embranchement des Articulés, le système nerveux de la vie animale, pair et parfaitement symétrique, occupe une position ventrale.

Si l'on se rappelle la situation du cœur (vaisseau dorsal), on voit que, comme chez les Mollusques, la face dorsale du corps peut porter le nom de *face hématique,* et la face ventrale celui de *face neurale*[1].

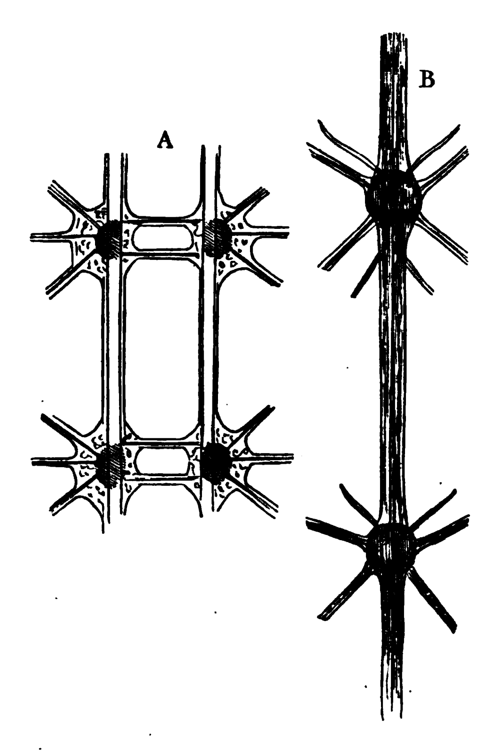
Le système nerveux de relation se compose, ici, d'une série de petits centres nerveux ou ganglions, au nombre de deux par somite, et d'où naissent les nerfs sensitifs et moteurs se rendant aux téguments et aux muscles du même somite et de ses appendices. Chaque segment possède donc (originairement) ses centres propres.

Les paires ganglionnaires sont reliées à celles qui précèdent et à celles qui suivent par des cordons nerveux de communication longitudinaux et, si l'on examine le système nerveux d'arthropodes chez lesquels ce système se rapproche de son état primitif (fig. 49, A), on voit que, dans chaque paire, le ganglion de droite est uni à celui de gauche par des commissures transverses.

L'ensemble a donc l'aspect d'une échelle ou d'une

1. Chapitre VI, § 2, page 241.

Figure 49.



A, Portion de la chaîne nerveuse abdominale de l'*Artemia salina* (d'après Leydig).

B, Portion de la chaîne nerveuse de l'Écrevisse. Faible grossissement (d'après nature).

chaine. On lui donne le nom de *chaîne abdominale.*

A sa partie antérieure, dans la tête de l'animal, la chaine est traversée par l'œsophage, de manière qu'un certain nombre de centres céphaliques, les plus antérieurs, se trouvent situés au-devant et au-dessus de l'œsophage; ce sont les *centres sus-œsophagiens* ou *cérébroïdes;* tandis que d'autres sont, au contraire, placés en arrière ou sous l'œsophage et s'appellent, par conséquent, *centres sous-œsophagiens.* Les connectifs qui unissent les premiers aux seconds passent naturellement à droite et à gauche de l'œsophage, d'où résulte un collier nerveux, le *collier œsophagien,* comprenant des ganglions au-dessus, des ganglions au-dessous et des connectifs latéraux.

Bien que le plan fondamental reste le même, de nombreux cas de fusion plus ou moins intime viennent altérer la disposition que nous venons de décrire. Non seulement, des paires ganglionnaires se rapprochent d'arrière en avant, de façon à se confondre pour l'œil et à donner lieu, par exemple, dans la région céphalique, à des masses ganglionnaires plus volumineuses commandant plusieurs somites à la fois; mais, en outre, les ganglions de chaque paire se rapprochent transversalement jusqu'au contact (fig. 49, B), de sorte que, comme chez l'Écrevisse (fig. 47, *ch*), la chaine ventrale a l'air, au premier abord, d'un cordon unique muni de renflements ganglionnaires impairs.

Ces principes posés, étudions le système nerveux de la vie animale chez l'Écrevisse. Nous avertissons le

lecteur qu'ici, comme en tout, il doit suivre exactement nos *indications pratiques,* sous peine de ne rien voir de net.

On commence par enlever les muscles qui remplissent l'abdomen et sur lesquels reposait l'intestin moyen. On met ainsi à nu la chaîne ventrale (fig. 47, *ch*) dans son trajet abdominal. Ensuite, détachant avec des ciseaux la partie frontale du squelette qui était restée adhérente entre les yeux et au-dessus de la base des antennules, on découvre les ganglions sus-œsophagiens *(c).*

En examinant les parties latérales de l'origine de l'œsophage, dans le voisinage des glandes vertes, on voit immédiatement les connectifs qui les relient aux masses sous-œsophagiennes; seulement, ces dernières ainsi que toute la partie thoracique de la chaîne restent invisibles.

Si l'on jette un coup d'œil sur la figure 46, on comprend immédiatement ce qui cache ainsi une portion du système. Cette partie de la chaîne est logée dans un canal formé par des apodèmes des somites du péréion. Il suffit donc d'enlever, comme cela a été fait partiellement, dans la préparation de la figure 47, l'espèce de pont chitineux qui ferme, du côté supérieur, le canal en question, pour arriver sans trop de peine à observer la chaîne nerveuse dans toute sa longueur.

Voici les faits anatomiques principaux que l'on peut constater :

Les ganglions *sus-œsophagiens* ou *cérébroïdes* (fig. 47, *c*), placés entre les yeux, ont une situation très

antérieure; il en naît : les *nerfs optiques*, une paire de *nerfs tégumentaires*[1], les *nerfs antennulaires* (et immédiatement en dehors de ceux-ci, chez les Crustacés où la recherche en a été faite, les *nerfs auditifs*[2]), les *nerfs antennaires*. Les travaux récents ont montré que ces centres cérébroïdes sont composés de trois paires ganglionnaires réunies.

De leur bord postérieur naissent les *connectifs péri-œsophagiens* qui les unissent aux ganglions sous-œsophagiens. Sur le trajet de ces cordons, on observe un petit renflement ganglionnaire représentant une des origines du système nerveux viscéral dont nous parlerons plus tard. Immédiatement en arrière de l'œsophage, les deux connectifs sont unis l'un à l'autre par une commissure transversale[3].

La masse nerveuse *sous-œsophagienne* (fig. 47, *so*) est, sans doute possible, formée de la réunion de six paires ganglionnaires. Les nerfs principaux qui en proviennent se rendent aux différentes paires de gnathites : mandibules, mâchoires et pattes-mâchoires.

---

1. Pour les parois antérieures du péréion.

2. Farre décrit et figure ce nerf comme distinct chez le homard. (*On the organe of hearing in Crustacea.* Philos. transactions, 1843, 2e partie, p. 233.)

3. Cette commissure transversale a été longtemps considérée comme propre aux Crustacés; mais les recherches toutes récentes de M. V. Liénard prouvent qu'elle existe chez presque toutes les formes d'Articulés. (*Recherches sur le système nerveux des Arthropodes.* Bulletins de l'Académie royale de Belgique 2e série, tome XLIX, no 3, 1880.)



Quant au reste de la *chaîne ventrale*, il comprend onze paires de centres, en général assez régulièrement espacés. Cinq paires de ganglions thoraciques fournissent des nerfs aux péréiopodes. Cinq des paires suivantes ou abdominales donnent des branches nerveuses aux muscles de l'abdomen et aux pléopodes. La dernière ou onzième, un peu plus volumineuse (invisible dans notre figure), résultant vraisemblablement, encore une fois, de la fusion de plusieurs paires, donne des nerfs multiples aux uropodes et au telson.

Les nerfs naissent toujours des ganglions. Cependant, comme cela est indiqué figure 47, *ch*, on voit des nerfs partir, en apparence, des cordons connectifs longitudinaux. Chaque fois qu'utilisant le microscope, on suit le trajet de ces nerfs, on constate que, simplement accolés aux cordons, ils émanent bien réellement du ganglion qui est situé immédiatement en avant de leur origine apparente.

De nombreuses expériences faites sur des Insectes et des Crustacés ont permis de déterminer avec assez de certitude le rôle des différents centres nerveux des articulés.

Nous résumerons en quelques mots les résultats obtenus par M. Émile Yung[1] :

---

1. *De la structure intime et des fonctions du système nerveux central des Crustacés décapodes*. (Thèse.) Paris, 1879, et Archives de Zoologie expérimentale de Lacaze-Duthiers. Volume VII.



1° Les propriétés générales du tissu nerveux sont analogues à celles de ce même tissu chez les vertébrés.

2° Les ganglions cérébroïdes sont le siège de la volonté et de la coordination des mouvements. Ce sont des centres sensitifs et moteurs pour les appendices sensoriels, yeux, antennes, etc.

3° La masse sous-œsophagienne est le centre sensitif et moteur pour tous les gnathites.

4° Les racines des nerfs irradiant de la chaine ventrale sont à la fois motrices et sensitives.

5° Chaque ganglion est un centre de sensibilité et de mouvement pour le somite auquel il appartient ; mais la sensibilité est inconsciente et les mouvements réflexes lorsque le ganglion est séparé de ceux qui le précèdent.

6° Les ganglions thoraciques et abdominaux se comportent de la même façon ; leur destruction entraine l'abolition des mouvements volontaires dans les appendices situés en arrière.

7° Chaque portion de la chaine agit d'une manière directe sur le côté du corps qui lui correspond. Il n'y a pas d'entrecroisement dans le parcours des fibres nerveuses.

Le système nerveux viscéral ou de la vie organique est d'une dissection beaucoup plus difficile, aussi nous bornerons-nous à des indications théoriques.

Il se compose de deux groupes de très petits centres nerveux et de nerfs délicats : *un groupe antérieur* et *un groupe postérieur*.

Le *groupe antérieur* ou *système stomatogastrique* prend origine de la masse sus-œsophagienne et constitue un plexus nerveux muni de ganglions et accompagnant l'intestin buccal. Chez l'Écrevisse, il est relié aux petits renflements ganglionnaires que nous avons signalés sur le trajet des connectifs péri-œsophagiens, et outre de nombreuses branches destinées aux muscles de la partie

renflée de l'intestin buccal et à la glande digestive[1], fournit, sous le nom de *nerf cardiaque*, un cordon nerveux au cœur.

Le *groupe postérieur* émane de la chaîne nerveuse ventrale. Chez les Insectes et les Crustacés Isopodes[2], il comprend : 1° un cordon en apparence impair, reposant sur la face supérieure de la chaîne et fournissant de distance en distance des paires nerveuses recevant des filets de renforcement des nerfs de la vie animale. 2° un groupe de nerfs naissant du dernier ganglion abdominal et se distribuant aux viscères abdominaux et aux organes génitaux.

Chez l'Écrevisse, on ne connaît, jusqu'à présent, que des filets provenant du dernier ganglion abdominal, et animant l'intestin terminal et l'intestin moyen.

Ajoutons que le cœur des Crustacés renferme des cellules nerveuses automotrices analogues aux petits centres nerveux des parois du cœur des vertébrés (v. p. 139).

Organes des sens. Nous exposerons brièvement ce qui concerne les organes de l'ouïe et de la vue.

L'organe auditif est aujourd'hui bien connu chez les Crustacés et vient d'être retrouvé avec les mêmes caractères fondamentaux, chez les Insectes, par MM. Graber

---

1. Il est accélérateur des mouvements du cœur et non modérateur comme le pneumogastrique des vertébrés.

2. Le type le plus commun d'Isopode est le Cloporte.



et P. Mayer[1]. Il a, dans le plus grand nombre des cas, son siège dans des appendices antennaires. Chez les Crustacés décapodes, il est logé dans l'article basilaire de l'antennule[2] et se compose d'une capsule chitineuse, ouverte ou fermée, garnie intérieurement de soies auditives délicates, à la base desquelles aboutissent les terminaisons nerveuses d'un nerf accompagnant le nerf principal de l'antennule.

Dans ces capsules existent des otolithes qui, dans les capsules fermées, sont des corps solides sécrétés par l'animal, et qui, dans les capsules ouvertes, sont, au contraire, des corps étrangers, des grains de sable, par exemple, que le Crustacé lui-même y introduit après la mue.

Chez l'Écrevisse, les capsules sont ouvertes et l'on retrouve facilement, à la face *dorsale* de l'article basilaire des antennules (fig. 47, *ot*), leur orifice protégé par une petite brosse de poils chitineux[3].

ORGANES VISUELS. Les organes visuels des Arthropodes sont en général multiples et consistent soit en

---

1. V. GRABER, *Ueber neue otocystenartige Sinnesorgane der Insecten.* (Arch. f. mikr. Anatomie. 1878, Bd. XVI.) — P. MAYER, *Sopra certi organi di senso nelle antenne dei ditteri.* (Atti. d. R. Acad. dei Lincei. Série III, volume 3, Rome 1879.)

2. Nous avons indiqué, page 102, l'exception offerte par les Mysis.

3. Ces poils ne sont pas les soies auditives; celles-ci sont *à l'intérieur* de la capsule. Nous savons par expérience avec quelle facilité déplorable les débutants commettent des erreurs aussi énormes que celle que nous signalons.

yeux simples diversement groupés, recevant chacun un nerf optique propre, comme les huit yeux que nous pouvons voir aisément à la loupe sur la partie antérieure de la tête des Araignées communes de nos maisons ou de nos jardins; soit en agrégations d'yeux, en connexion avec l'extrémité d'un cordon nerveux unique, réunis en très grand nombre sous un tégument commun divisé en facettes polygonales, et portant, par suite, le nom d'*yeux composés*. Des yeux de cette catégorie s'observent chez l'Écrevisse, le Crabe, le Homard et la plupart des Insectes.

En examinant la partie terminale convexe d'un œil pédonculé d'Écrevisse, on voit, à la lumière réfléchie et avec un grossissement suffisant, que la surface est divisée en une très grande quantité de facettes généralement quadrilatères[1]. Ces facettes, formées aux dépens de la cuticule chitineuse devenue ici transparente, constituent les petites cornées d'autant d'éléments visuels, ou si l'on veut d'yeux, fusiformes, serrés les uns contre les autres et rayonnant tous de l'extrémité du nerf optique vers ces cornées[2].

L'étude pratique de l'œil composé demandant une main exercée, il nous est impossible de donner ici autre chose qu'un plan général.

---

1. Les facettes cornéennes sont souvent hexagonales chez les Insectes.

2. Chez beaucoup d'Arthropodes, mais non chez tous, chaque facette cornéenne est très convexe du côté interne, se transformant ainsi en une véritable lentille.

Le nerf optique se renfle à son extrémité en un bulbe nerveux convexe. Ses éléments, irradiant dans tous les sens, viennent aboutir, à la périphérie de ce bulbe, dans la base des yeux fusiformes cités plus haut. Chacun de ceux-ci se compose d'un bâtonnet allongé, *bâtonnet optique,* constitué, lui-même, de deux portions différentes placées bout à bout.

La première portion du bâtonnet optique, la *rétinule*[1], en forme de cône tronqué, très long proportionnellement à sa largeur, est à son extrémité inférieure effilée, en continuité avec les éléments du nerf optique et séparée latéralement des rétinules voisines par une couche de pigment.

Les rétinules de l'Écrevisse sont teintées en rose tendre; le pigment est d'un brun noirâtre.

La rétinule est évidemment un élément percepteur pour la lumière; le pigment joue le même rôle que celui de l'œil des vertébrés.

La deuxième portion du bâtonnet optique, le *corps cristallinien*[2], interposée exactement entre la rétinule et la cornée, est hyaline et assez fortement réfringente. Le corps cristallinien est simplement ovoïde chez l'Écrevisse. Il doit probablement être regardé comme un organe destiné à produire la convergence des rayons lumineux.

Ajoutons, pour terminer, que toutes ces parties si-

---

1. Bâtonnet des auteurs français.

2. *Krystallkegel* des auteurs allemands. *Cône* des auteurs français.

tuées sous les cornées, corps cristalliniens, rétinules, pigment, résultent de la différenciation des cellules de la couche chitinogène.

§ 6.

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE[1].

Dans le chapitre II, page 23, nous avons dit que le vitellus de l'œuf comprend deux éléments : le *protoplasme primitif* et des substances d'une autre nature qui le chargent sous forme de granulations albuminoïdes et de sphérules graisseuses.

Chez les Arthropodes, les premiers phénomènes de développement qui suivent la fécondation, sont toujours caractérisés par une séparation de ces deux constituants : le protoplasme proprement dit se groupant autour de noyaux provenant vraisemblablement d'un fractionnement du premier noyau embryonnaire[2], forme les éléments cellulaires primordiaux de l'embryon. Ceux-ci se portent en grande partie à la surface pour

---

1. Depuis la rédaction de ce paragraphe, le développement spécial de l'Écrevisse a été résumé par Huxley dans *The Crayfish* (page 205 et suiv.), et le développement des Arthropodes de tous les groupes a été exposé magistralement par F. M. Balfour dans sa *Comparative embryology*, Londres, 1880. Nous renvoyons à ces deux ouvrages le lecteur qui voudrait connaître à fond un sujet que nous ne pouvons qu'effleurer.

2. Pour le premier noyau embryonnaire, voyez : chapitre II, page 25, et chapitre V, § 30, page 182.

donner lieu finalement à une couche cellulaire superficielle, le *blastoderme* (fig. 50, A, *b*).

Quant aux autres substances mélangées d'abord au protoplasme et que l'on peut désigner sous le nom de *vitellus nutritif*, ou mieux, avec M. Ed. Van Beneden, sous celui de *deutoplasme*, elles n'ont point, d'une façon absolue, de rôle formateur direct; elles se réunissent, au contraire, en une masse centrale, fractionnée, chez beaucoup d'articulés, en grosses sphères colorées, et destinée à fournir graduellement des éléments nutritifs à l'être en voie de formation (fig. 50, A, B, D, E, F, *v*). On en retrouve fréquemment une grande partie, non encore assimilée, dans le corps des articulés déjà éclos, dans le corps des jeunes araignées, par exemple.

Cette séparation ordinairement nette en un protoplasme formateur, en majeure partie superficiel, et une masse centrale de deutoplasme ou vitellus nutritif, est accompagnée, tantôt d'une segmentation totale (une partie des Crustacés et les Myriapodes), tantôt d'une segmentation partielle (des Crustacés parmi lesquels l'Écrevisse). Enfin, il existe des groupes (certains Crustacés, les Araignées, les Insectes) pour lesquels on admettait l'absence complète de segmentation. Mais les recherches récentes, sur l'œuf des Insectes, par exemple, ont prouvé qu'ici encore, quoique la surface du vitellus n'offre point de sillonnement, les noyaux des cellules embryonnaires primordiales qui apparaissent sur cette surface, résultent très probablement d'un fractionnement du noyau de l'œuf.

Figure 50.

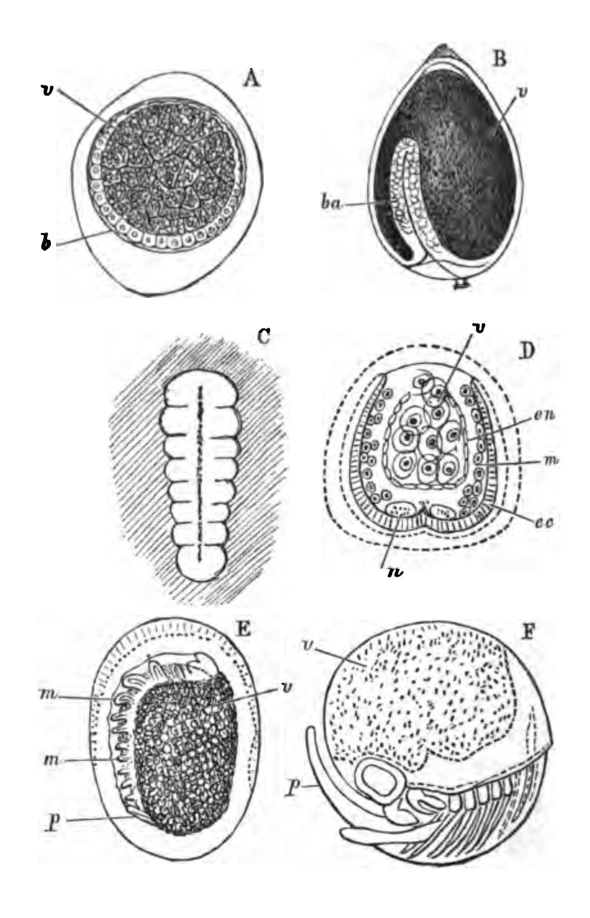


Figure 50.

A, Œuf de l'*Asellus aquaticus* (Crustacé isopode).
Apparition du blastoderme *(b)*, plus épais à la face ventrale.
(D'après Ed. Van Beneden.)

B, Œuf de *Corixa* (Insecte hémiptère).
(ba), bandelette primitive.
(D'après Metschnikoff.)

C, Bandelette primitive du Scorpion, déjà divisée en segments.
(D'après Metschnikoff.)

D, Coupe de l'oeuf de la *Lina populi*.
Les lignes pointillées représentent des enveloppes spéciales dont nous ne parlons pas dans le texte.
(ec), ectoderme; *(m)*, mésoderme; *(en)*, endoderme; *(n)*, chaine nerveuse ventrale.
(Imité de V. Graber.)

E, Embryon du Scorpion.
(m), membres; *(p)*, postabdomen.
(D'après Metschnikoff.)

F, Embryon du Homard américain extrait de ses enveloppes peu de temps avant l'éclosion.
(p), extrémité de l'abdomen repliée en avant.
(D'après Sidney J. Smith.)

Dans toutes ces figures, *(v)* représente le vitellus nutritif.

Dans tous les cas, il y a donc, à un moment donné, 1° à la surface de l'œuf, une couche devenue cellulaire et qui enveloppe tout le reste sous forme d'un *blastoderme continu* (ou *périblaste*). De plus, en dedans du blastoderme, 2° le *deutoplasme,* ou vitellus nutritif, qui peut être regardé comme restant passif.

A très peu d'exceptions près, le développement du corps de l'embryon débute par l'apparition d'une *bandelette primitive.* A cet effet, les cellules blastodermiques qui, dès l'origine, sont souvent plus épaisses sur la face de l'œuf qui deviendra le côté ventral ou neural (fig. 50, A, *b*), se multiplient énergiquement suivant une zone plus ou moins étendue appartenant à cette face, et donnent lieu ainsi à une bande épaisse, fusiforme ou elliptique, tantôt étroite, tantôt très large, qui peut rester assez courte, atteindre les deux pôles de l'œuf, ou même, comme chez la Mouche, par exemple, se prolonger au-delà sur l'autre face. Cette bande est la *bandelette primitive*[1] (fig. 50, B, *ba*).

La bandelette primitive offre, dès l'origine, pour ainsi dire, un sillon médian qui se prolonge dans toute sa longueur; il la divise en deux bourrelets, un droit et un gauche, premiers indices de la symétrie bilatérale de l'animal. Elle se segmente ensuite, transversalement, en une série de segments successifs, ou *somites pri-*

1. Pour rester dans les limites d'une description élémentaire, nous passons le phénomène d'invagination que la bandelette peut présenter, l'*amnios* des Insectes, etc.

mitifs, constituant la première ébauche de la face ventrale des anneaux et décelant ainsi la nature arthropodaire de l'embryon (fig. 50, C).

La plupart de ces segments sont d'abord semblables. Le premier est plus large, plus volumineux; avec quelques-uns de ceux qui le suivent, il donnera naissance à la tête.

A une époque voisine, chez les Crustacés décapodes et les Scorpions, par exemple, un repli saillant à la partie postérieure de l'embryon, produit un prolongement ou queue, représentant en grande partie l'abdomen futur (abdomen de l'Écrevisse, postabdomen du Scorpion, etc.). Ce prolongement continuant à croître et se divisant en somites distincts, se reploie en avant, sous le thorax, en croisant les péréiopodes et les gnathites (fig. 50, E et F, *p*).

Quant aux membres et autres appendices, leur formation est très simple. Vers les extrémités latérales des somites primitifs, apparaissent des mamelons d'abord peu saillants, puis qui s'allongent en forme de cylindres, en se reployant tous vers la ligne médiane ventrale. Leur subdivision en articles n'a lieu que beaucoup plus tard (fig. 50, E, *m*).

Ces appendices qui, grâce à la saillie qu'ils font à la surface de l'embryon, peuvent être étudiés en coupe optique, permettent au débutant de voir que le blastoderme y est différencié en feuillets distincts : un feuillet externe et un deuxième feuillet sous-jacent.

Ceci nous amène à parler des feuillets blastoder-

miques et de l'origine des organes internes. Laissant de côté le mode de formation des feuillets dont l'explication exigerait un long exposé et de nombreuses figures, nous dirons seulement que des coupes pratiquées dans des œufs durcis font constater l'existence de trois feuillets embryonnaires : un externe, l'*ectoderme*, formé en général de cellules allongées, serrées en palissade, un feuillet moyen ou *mésodcrme*, un feuillet interne ou *endoderme* (fig. 50, D).

L'ectoderme produit la *couche chitinogène* destinée à sécréter ultérieurement le squelette chitineux; en se reployant vers l'intérieur de l'embryon, c'est-à-dire en s'invaginant, il donne lieu à la *bouche*, au revêtement interne de l'*intestin buccal*, à l'*anus* et à l'*intestin terminal*, aux *stigmates* et aux *tubes trachéens* des Insectes, des Péripatides, des Myriapodes et des Arachnides. Enfin, il forme la *chaîne nerveuse* ventrale.

Du mésoderme dérivent les muscles qui s'insèrent aux pièces tégumentaires, les couches musculaires du tube digestif, les globules sanguins, le cœur ou vaisseau dorsal.

Enfin, des cellules endodermiques, naîtraient les parties sécrétoires de l'intestin moyen et certaines glandes annexes, telles que la glande digestive des Crustacés et des Arachnides[1].

---

1. Les tubes de Malpighi et les glandes génitales des trachéates ont une autre origine.



Les parois de l'intestin moyen enveloppent bientôt en tout (ou en partie) le vitellus nutritif. Cette région du tube digestif fait ainsi, pendant un certain temps, fonction de sac vitellin.

L'origine des divers tissus rentre donc encore dans le cadre général que nous avons rapidement esquissé pour les vertébrés.

Les somites primitifs se développent latéralement et s'étendent vers le dos; ils finissent par être complétés du côté dorsal par un procédé que nous passerons sous silence pour éviter les questions compliquées. Les parois intestinales et les téguments de l'embryon entourent ainsi le vitellus nutritif dont la masse qui se distingue, en général, facilement à cause de sa coloration foncée, jaune-brune ou verte, pénètre donc par le dos, ce qui justifie le nom d'*épicotylédones* (ἐπι, sur, κοτυληδὼν, cavité, cotylédon[1]) que M. P.-J. Van Beneden a proposé jadis pour les Articulés.

Faisons remarquer en terminant que l'embryon n'a pas de revêtement ciliaire.

Au moment de l'éclosion, les jeunes articulés ne reproduisent que rarement la forme extérieure des parents. Les jeunes Écrevisses parmi les Crustacés, les Araignées proprement dites parmi les Arachnides, certains insectes, etc., sont cependant dans ce cas. En

1. Par allusion à la provision de substance nutritive renfermée dans les cotylédons et que la jeune plante s'assimile pendant la germination.



thèse générale, l'animal au sortir de l'œuf affecte un état larvaire très accentué, et ce n'est qu'après une série de *métamorphoses*, c'est-à-dire après un véritable développement post-embryonnaire, qu'il arrive à la forme sexuée définitive.

Les métamorphoses sont un des chapitres les plus intéressants de l'histoire des Arthropodes; mais nous devons nous limiter et nous n'entamerons pas le sujet. Les transformations successives du ver à soie et des autres chenilles de Lépidoptères sont, du reste, un sujet d'observation facile pour tous et un exemple classique.

§ 7.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES ARTICULÉS.

1° Le corps des Articulés, bilatéralement symétrique, offrant une face dorsale ou hématique caractérisée par la situation du cœur, et une face ventrale ou neurale caractérisée par la position du système nerveux, est divisé, chez l'animal développé comme chez l'embryon, en une série de segments hétéronomes[1].

2° Chacun des segments ou somites porte, ou peut porter, ventralement, une paire d'appendices composés d'articles successifs et faisant fonction d'appendices sensoriels, de pièces buccales ou de membres locomoteurs, suivant la région du corps à laquelle le somite appartient.

3° Les téguments jouant en même temps le rôle de squelette, se composent d'une couche à texture cellulaire épithéliale, revêtue d'une zone extérieure sécrétée, cuticulaire, formée de chitine.

4° Le cœur, exclusivement artériel, occupe la ligne médiane dorsale du corps. Il se compose d'un tube contractile à orifices veineux en forme de fentes, et est

1. Ἕτερος, autre, différent, νόμος, loi, c'est-à-dire n'étant pas tous semblables les uns aux autres au point de vue anatomique. En effet, l'anatomie de l'Écrevisse nous a montré que si les somites ont à peu près même structure quant aux téguments, aux muscles et au système nerveux, les viscères qu'ils renferment, organes digestifs, génitaux, excréteurs, etc., ne sont pas segmentés.



plongé dans un sinus où vient se rendre le sang de la circulation de retour, après son passage au travers de l'appareil respiratoire. Le plasma sanguin réunit, comme chez les Mollusques, les deux fonctions de véhicule des substances nutritives et de véhicule de l'oxygène.

5° Excepté chez les formes inférieures à respiration purement cutanée, ou à respiration intestinale, l'appareil respiratoire consiste, soit en branchies, soit en tubes aérifères ou trachées.

6° Le système nerveux central est représenté par une double chaîne ventrale de ganglions nerveux reliés entre eux par des cordons connectifs longitudinaux. Là où la forme se rapproche d'un état primitif, on reconnaît qu'il existe une paire ganglionnaire par somite. La partie céphalique ou antérieure de la chaîne est traversée par l'œsophage. L'anneau œsophagien comprend des ganglions supérieurs cérébroïdes, siège de la volonté, de la coordination des mouvements, fournissant des nerfs aux appendices sensoriels de la tête, et des ganglions inférieurs ou sous-œsophagiens animant les pièces buccales.

7° Les éléments de l'œuf se séparent en deux zones, un protoplasme superficiel formateur et un deutoplasme ou vitellus nutritif central. Le développement du corps de l'embryon débute, en général, par la formation d'une bandelette primitive ventrale. L'embryon n'a pas de revêtement ciliaire.

Nous terminons ce chapitre par un tableau donnant une subdivision du groupe des Articulés; seulement, comme ce sous-embranchement renferme un nombre énorme de formes distinctes, nous avons dû retrancher beaucoup de types d'une importance secondaire, afin de ne pas donner à cette classification une place trop étendue.

Pour la caractéristique des ordres, nous avons largement puisé dans le *Traité de Zoologie* de Claus[1].

---

1. Traduction française. Paris, 1877.

1re SECTIO

1re CLASSE. INSECTES. (Insecten — Gekorvene dieren.)

Corps divisé en trois régions distinctes : la tête, le thorax comprenant trois somites, l'abdomen. Une paire d'antennes; jamais plus de trois paires de pattes locomotrices. Les seuls articulés possédant des ailes. Organes excréteurs constitués par des tubes de Malpighi. — Il a été décrit au-delà de 150000 formes.

Organes respiratoires généralement constitués par des trachées. l'intestin terminal.

1er ORDRE : HYMÉNOPTÈRES.

(Vliesvleugelige insecten.)

Métamorphoses complètes, pièces buccales disposées pour aliments et lécher. Quatre ailes membraneuses à nervures peu Femelles pourvues d'une tarière ou d'un aiguillon venimeux.

On connait environ 16000 formes vivantes. Plus de 3700 être rencontrées en Belgique.

2e ORDRE : COLÉOPTÈRES.

(Schildvleugelige insecten, — torren, — kevers.)

Métamorphoses complètes, pièces buccales disposées pour aliments solides. Quatre ailes, dont les deux antérieures étuis chitineux ou *élytres*, et les deux postérieures, nervures peu nombreuses et se repliant, au repos, suivant transversaux.

Plus de 80000 formes connues, dont 10000 européennes plus de 3000 observées en Belgique.

3e ORDRE : LÉPIDOPTÈRES *(Papillons)*.

(Schubvleugelige insecten — Vlinders.)

Métamorphoses complètes, pièces buccales transformées en enroulée sur elle-même au repos ; quatre ailes membraneuses, recouvertes de fines écailles.

Plus de 20000 formes décrites. Plus de 1400 observées en

4e ORDRE : DIPTÈRES.

(Tweevleugelige insecten.)

Métamorphoses complètes, pièces buccales disposées pour piquer. Ailes antérieures membraneuses ; ailes postérieures en forme de petites tiges à renflement terminal, nommées *balan*

Le nombre des formes connues est évalué à 21000. On en peu plus de 1500 en Belgique.

1. Les noms vulgaires néerlandais sont empruntés aux *Gelede dieren* de

2. Les quatre ailes rudimentaires.



ACHÉATES.

teurs consistant presque toujours en tubes de Malpighi débouchant à l'origine de

s, abeille (honigbij)[1]. — *Bombus*, bourdon (hommel). — *Vespa*, guêpe (wesp). — *Formica*, fourmi (mier). — *Ichneumon*, ichneumon (sluipwesp). — *Cynips*, cynips (galwesp).

ibus, carabe (loopkever). — *Dytiscus*, dytique (waterroofkever). — *Hydrophilus*, hydrophile (voelertor). — *Staphylinus*, staphylin. — *Dermestus*, dermeste. — *Melolontha*, hanneton (meikever). — *Geotrupes*, géotrupe (mestkever). — *Elater*, taupin (springtor). — *Lampyris*, ver luisant (glimworm). — *Lytta*, cantharide (spaanschevlieg). — *Bruchus*, bruche (erwtenkever). — *Cerambyx*, capricorne (boktor). — *Leptinotarsa*, doryphora (aardappelskever). — *Chrysomela*, chrysomèle (goudhaantje). — *Coccinella*, coccinelle (Lievenheersbeestje).

ilio, porte-queue. — *Pieris*, piéride (witje). — *Vanessa*, vanesse (schoenlapper). — *Sphinx* (pijlstaart). — *Cossus* (wilgenhout-vlinder). — *Bombyx*. — *Sericaria*, ver à soie (sijdeworm). — *Noctua*, noctuelle (uil). — *Pyralis*, pyrale. — *Tinea*, teigne (mot).

x, puce (vloo)[2]. — *Culex*, cousin (steekmug). — *Tabanus*, taon (pardenvlieg). — *Eristalis*, éristale. — *Oestrus*, oestre (horzel). — *Musca*, mouche (vlieg). — *Hippobosca*, hippobosque (paardenluisvlieg).

OLLENHOVEN.

1re CLASSE. INSECTES. (Suite.)

5e ORDRE : HÉMIPTÈRES[1].

(Halfvlengelige insecten.)

Métamorphoses incomplètes, ou point de métamorphoses. Pièces buccales transformées, les unes en stylets destinés à piquer, les autres une trompe rectiligne ou rostre renfermant les stylets et souvent composées d'articles successifs.

12000 formes décrites environ. 500 ont été observées en Belgique.

6e ORDRE : NÉVROPTÈRES.

(Netvleugelige insecten.)

Métamorphoses complètes ou incomplètes. Pièces buccales disposées pour couper les aliments (parfois atrophiées). Quatre ailes membraneuses pourvues de nombreuses nervures formant un réseau.

1000 formes décrites. 239 formes ont été signalées dans le pays.

7e ORDRE : ORTHOPTÈRES.

(Regtvleugelige insecten.)

Métamorphoses incomplètes. Pièces buccales disposées pour couper les aliments solides. Quatre ailes membraneuses ordinairement à nervures dissemblable[2].

5000 formes décrites; 46 observées en Belgique.

1. *Hémiptères,* de ἥμισυς, demi, πτέρα, aile; parce que, chez un certain nombre de représentants de ce groupe, les ailes de la 1re paire sont partagées en deux parties de consistance inégale; la partie basilaire étant coriace, opaque, et la partie terminale, membraneuse.

2. Ailes postérieures à grandes nervures droites semblables à des baguettes (... droit), et se repliant en éventail au repos.





tatoma, punaise de bois. — *Acanthia*, punaise (weegluis of bedwants). — *Hydrometra*, hydromètre (roeverwants). — *Nepa*, nèpe (waterwants). — *Cicada*, cigale. — *Aphis*, puceron (plantluis). — *Phylloxera*. — *Coccus*, cochenille (cochenille-insect). — *Pediculus*, pou (luis).

yganea, phrygane (watermot). — *Myrmeleon*, fourmilion (mierenleeuw). — *Panorpa*, panorpe (scorpionvlieg). — *Termes*, termite (witte mier).

llula, libellule (waternimf). — *Ephemera*, éphémère (haft of oeveraas[3]).

llus, grillon (krekel). — *Gryllotalpa*, taupe-grillon (weenmol). — *Oedipoda*, oedipode. — *Locusta*, sauterelle (sprinkhaan). — *Blatta*, blatte (kakkerlak of bakkerstor). — *Forficula*, perce-oreilles (oorworm). — *Thrips*, thrips (blaaspoot). — *Podura*, podure (springstaart). — *Lepisma*, lepisme (suikergast).

C'est peut-être ici, parmi les névropteres, qu'il faut placer les *strésiptères*, insectes es buccales rudimentaires, à femelles aptères et apodes, vivant en parasites sur le des hyménoptères ; à mâles ailés possédant de petits élytres enroulés et des ailes postés larges se repliant en éventail.
s naturalistes les placent à la fin des coléoptères.

IIe CLASSE.

MYRIAPODES.

(Duizendpooten.)

Corps divisé en un très grand nombre de segments portant tous leur paire d'appendices. Pattes locomotrices par conséquent très nombreuses. Une seule paire d'antennes ; jamais d'ailes. Organes excréteurs représentés par des tubes de Malpighi.

800 formes connues ; 24 ont été signalées en Belgique.

1er ORDRE : CHILOPODES.

(Eigenlijke duizendpooten.)

Corps aplati ; une seule paire de pattes p anneau ; pattes-mâchoires de la deuxième p transformées en crochets vénimeux.

2e ORDRE : CHILOGNATHES.

(Millioenpooten.)

Corps cylindrique ou aplati ; anneau deux à deux : les anneaux apparents se ainsi porter chacun deux paires de pattes. N de crochets venimeux.

IIIe CLASSE.

PÉRIPATIDES.

Corps non divisé en somites distincts. Nombreuses paires de pattes locomotrices articulées et terminées par des ongles. Antennes cylindriques à articles multiples. Deux yeux simples. Jamais d'ailes. Stigmates trachéens dispersés sur toute la surface du corps. Trachées à épaississement spiroïde imparfait. Pas de tubes de Malpighi comme organes excréteurs, mais des organes segmentaires analogues à ceux des vers. Développement se rapprochant de celui des scorpionides. Formes extrêmement intéressantes comme types inférieurs d'articulés trachéates, établissant plus ou moins la transition des arthropodes aux annélides.

. . . .

bius, lithobie. — *Scolopendra*, scolopendre. — *Geophilus*, géophile.

ris, glomeris. — *Polydesmus*, polydesme. — *Iulus*, iule.

patus, péripate. Le seul genre du groupe représenté dans l'état actuel de la science, par des formes du Cap, de l'Amérique méridionale, des Antilles et de la Nouvelle Zélande.

IVe CLASSE. ARACHNIDES. (Spinachtige dieren.)

Antennes transformées en organes ayant en général pour usage la préhension des aliments et portant le nom commun de chélicères. Les chélicères sont tantôt de petits stylets, tantôt de petites pinces, tantôt des crochets venimeux. Une seule paire de gnathites plus ou moins pédiformes. Quatre paires de pattes locomotrices, jamais d'ailes. Des tubes de Malpighi. Dans plusieurs ordres, les trachées se modifient de façon à devenir des tubes courts aplatis, placés en grand nombre les uns à côté des autres, comme les feuillets d'un livre. Ces groupes de feuillets recevant l'air par un stigmate commun portent le nom assez peu exact de *poumons*. — On connait plus de 4600 formes vivantes.

1er ordre : SOLIFUGES.

Tête et thorax distincts ; abdomen segmenté ; chélicères en pinces. Respirent par des trachées.

2e ordre : SCORPIONIDES. (Schorpioenen.)

Chélicères petits en pinces. Palpes des gnathites en grandes Abdomen segmenté, très long, terminé par un aiguillon ven Système trachéen transformé en quatre paires de poumons.

300 formes décrites.

3e ordre : PÉDIPALPES.

Chélicères monodactyles ou en pinces ; palpes des gnathi minés par des griffes ou en pinces didactyles ; pattes an longues et grêles. Deux paires de poumons.

4e ordre : ARANÉIDES. *Araignées*. (Spinnen.)

Chélicères ayant la forme de crochets venimeux ; palpes d thites pédiformes. Abdomen non segmenté, terminé par des (tubes servant à l'écoulement de la sécrétion qui, étirée e employée par l'araignée à la confection de sa toile).

Deux ou quatre poumons et des trachées proprement dites

Plus de 200 formes ont été signalées en Belgique.

5e ordre : PHALANGIDES. (Hooiwagens.)

Chélicères en pinces didactyles. Toutes les pattes longues et abdomen large segmenté ; pas de filières. Des trachées.

21 formes ont été observées en Belgique.

6e ordre : TARDIGRADES. (Mosbeertjes.)

Hermaphrodites ; pièces buccales disposées pour piquer et Respiration cutanée. Point d'organes circulatoires connus.

7e ordre : ACARIENS. (Mijten.)

Corps ramassé, inarticulé, abdomen soudé au céphalothorax buccales disposées pour couper ou sucer. Respirent souvent par chées. Vivent presque tous en parasites sur des animaux ou des ve

8e ordre : LINGUATULIDES.

Corps allongé, vermiforme, annelé. Respiration cutanée des Acariens par leurs formes embryonnaires.

1. Quelques formes sont remarquables par la propriété qu'elles possèdent, en avec des rotateurs, de pouvoir être desséchées en apparence complètement sans pe vitalité. Humectées après un temps plus ou moins long, elles reprennent leur vie

ga (Galeodes), galéode, formes exotiques des pays chauds. Transition des Arachnides aux Insectes.

io, scorpion (schorpioen). — (*Chelifer*, faux scorpions (bastaard schorpioenen), ont de commun avec les scorpions vrais la structure des chélicères et des pinces. Leur abdomen est court, sans aiguillon. Ils respirent à l'aide de vraies trachées.)

nus, phryne. — *Thelyphonus*, thélyphone. (Formes exotiques des régions chaudes du globe.)

ra, épeire (*Epeira diadema*, kruisspin). — *Tegenaria*, tégénaire, araignée domestique (huisspin). — *Argyroneta*, argyronète (waterspin). — *Tarantula*, tarentule. — *Lycosa*, lycose (jagtspin). — *Mygale*, mygale (vogelspin).

angium, faucheur (hooiwagen).

esium. — *Macrobiotus* (animaux microscopiques se tenant dans les lieux humides, dans la mousse, etc.; quelques-uns sont tout à fait aquatiques [1]).

ogonum [2]. — *Hydrachna*, hydrachne (watermijt). — *Trombidium*, trombidie (gelukspinnetje). — *Ixodes*, ixode (teekmijt). — *Tyroglyphus*, acare (mijt-kaasmijt). — *Sarcoptes*, sarcopte, acare de la gale (schurfmijt). — *Demodex*.

astomum, pentastome. (Parasites dans les voies respiratoires des animaux vertébrés.)

La place qu'il faut donner aux Pygnogonides dans les classifications n'est pas : nettement déterminée.

2e SECTI[...]

Appareil respiratoire le plus souvent constitué par des branchies. [...]

1re CLASSE. CRUSTACÉS. (Schaaldieren.)

Deux paires d'appendices antennaires; gnathites multiples. Pattes locomotrices nombreuses. En général, des appendices développés sur tous les somites. Respiration branchiale, cutanée ou anale.

5300 formes vivantes environ. 119 ont été observées en Belgique (intérieur et mer du Nord).

1er ORDRE : DÉCAPODES.

(Tienpootige schaaldieren.)

Crustacés munis d'yeux composés, portés par des pédoncules mobiles. Une grande carapace recouvre une partie ou la totalité des somites du péréion. Le plus souvent, cinq paires de pattes locomotrices.

DÉCAPODES P. P. D[...]

Une grande carapace [...] vrant tout le péréion. Bra[...] portées par les bases des p[...] mâchoires et des péréiop[...] cachées dans une cavité [...] chiale.

STOMATOPODES.

Carapace courte. Bran[...] nu sur les pléopodes ou [...] abdominales.

2e ORDRE : ISOPODES.

(Pissebedden.)

Corps large, déprimé; tous les anneaux du corps distincts. Pa[...] abdominales lamelleuses fonctionnant comme branchies.

3e ORDRE : AMPHIPODES.

(Vlookreeften.)

Corps allongé, comprimé latéralement; tous les anneaux d[...] Branchies sacculaires portées par les péréiopodes ou pattes thorac[...]

4e ORDRE : PHYLLOPODES.

(Kieuwpooten — Watervlooijen.)

Petits Crustacés à corps allongé, souvent nettement segmenté. — [...] repli de la peau formant une carapace transparente enveloppe ordi[...] ment le thorax et une partie ou la totalité de l'abdomen. Mem[...] rames lamelleuses portant à leur base une lamelle et un sac bran[...]

5e ORDRE : OSTRACODES.

Petits Crustacés à corps comprimé latéralement, avec une cara[...] bivalve à deux moitiés, droite et gauche, unies à charnière, envelo[...] le thorax et l'abdomen. De grandes lamelles frangées, portées [...] mâchoires et les deux appendices suivants, entretiennent entre les [...] le courant d'eau nécessité par une respiration cutanée.

ANCHIÉS.

eurs (glandes du test, etc.), s'ouvrant à la surface extérieure des téguments.

notheres, pinnothère (roode krabbetje). — *Portunus*, portune (zwemkrab). — *Carcinus*, crabe (strandkrab). — *Platycarcinus*, tourteau (zeekrab). — *Maïa*, maïa. — *Pagurus*, pagure, Bernard l'hermite (snijder). — *Astacus*, écrevisse (rivierkreeft). — *Homarus*, homard (zeekreeft). — *Crangon*, crevette (garnaal). — *Palæmon* (confondu avec le genre précédent sous le nom de crevette), (steurkrab).

illa, squille.

nadillidium, armadillidie. — *Ligia*, ligie (haven-pissebed). — *Oniscus*, cloporte (varkentje-kelderpissebed). — *Porcellio*, porcellion. — *Asellus*, aselle (zoetwaterpissebed). — *Idotea*, idotée (zeepissebed)[1].

nmarus (vlookreeft). — *Orchestia*, orchestie (zeevloo). — *Talitrus*, talitre (strandvloo-zeevloo).

inchipus, branchipe. — *Apus*. — *Daphnia*, daphnie (getakte watervloo). — *Lynceus*. — *Polyphemus*.

pris, cypris. — *Cythere*, cythere.

[1] Nous passons les genres parasites.



Ire CLASSE.

CRUSTACÉS.

(Suite.)

6e ORDRE : COPÉPODES.

Corps allongé, en général nettement segmenté, sans carapace com[illegible] Chez les formes libres, les antennules énormes servent d'organe [illegible] toires ; les pattes sont biramées et munies de longues soies. Respi[illegible] anale. — Femelles portant les œufs dans de longs sacs externes suspe[illegible] à l'origine de l'abdomen. (Nombreuses formes parasites dans le [illegible] branchiale ou pharyngienne des poissons.)

7e ORDRE : CIRRIPÈDES.

(Rankpootigen of Mosselkreeften.)

Crustacés généralement hermaphrodites, à métamorphoses régre[illegible] vivant fixés. Corps ordinairement non segmenté, entouré par u[illegible] cutané garni de plaques calcaires et ressemblant, par suite, plus [illegible] au manteau et à la coquille des Mollusques lamellibranches. Pattes [illegible] riformes multi-articulées.

IIe CLASSE.

MÉROSTOMES.

Ni antennules, ni antennes. Tous les appendices buccaux pédiformes. Tête recouverte d'un grand bouclier céphalique pouvant s'étendre en arrière au-dessus des somites thoraciques. Les autres anneaux distincts ou soudés dorsalement, soit en deux pièces (abdomen et post-abdomen), soit dans le post-abdomen seulement.

Branchies lamelleuses portées par les pattes abdominales.

MÉROSTOMES proprement dits. .

TRILOBITES

(ANNEXE AUX MÉROSTOMES.)

Bouclier céphalique partagé en tro[illegible] une médiane et deux latérales par de[illegible] Corps aplati, large, ressemblant vag[illegible] celui des Crustacés isopodes. Une s[illegible] diane dorsale répétée sur tous les somite[illegible] mine une division apparente du corps [illegible] lobes longitudinaux parallèles. Ni [illegible] autres appendices inconnus. Voisins de M[illegible] tomes par le développement post-embry[illegible]

æocera. — *Lernæa.* — *Chondracanthus.* — *Dichelestium.* — *Caligus* [formes parasites (vischluizen)].

hilus. — *Canthocamptus.* — *Cyclops,* cyclope.

nus, balane (zeetulp-zeepok). — *Coronula,* coronule. — *Lepas,* anatife (Eendenmossel).

ulus, limule (seule forme actuellement vivante).

ypterus. — *Pterygotus* (Mérostomes gigantesques fossiles du Silurien supérieur et du Dévonien).

mene. — *Phacops, Asaphus, Paradoxides,* etc. (Environ 400 formes toutes fossiles du Silurien, du Dévonien et du Carbonifère.)

CHAPITRE VIII.

QUATRIÈME SOUS-EMBRANCHEMENT.

VERS. (Wormen.)

§ 1.

Le ver de terre, la sangsue, le dragonneau, les ascarides, les oxyures, la trichine, le ténia ou ver solitaire, sont de véritables Vers pour le naturaliste.

Ainsi que nous l'avons vu par les chapitres VI et VII et comme le prouvera surabondamment le chapitre actuel, ni les Mollusques, malgré leur ancien nom de Vers testacés, ni les larves d'Insectes, malgré certaines dénominations populaires de ver luisant, ver de farine, ver à soie, etc., ni les Myriapodes, ne sont des Vers. Si cet ouvrage n'avait pour résultat que de corriger le lecteur de ce genre d'erreurs vulgaires, nous nous estimerions déjà satisfait.

On a pu constater par les quelques pages qui précèdent, le nombre prodigieux d'Articulés déjà connus. Le groupe des Vers est aussi très vaste et, de plus, au point de vue d'un livre élémentaire, il offre une difficulté

grave; il n'est pas assez homogène pour permettre de se borner à l'étude d'un seul type, afin d'en déduire les caractères généraux. Nous prendrons donc deux formes extrêmes : un *Annélide*, le Ver de terre, et un *Cestoïde*, le Ténia du chien.

§ 2.

LE VER DE TERRE.

(*Lumbricus agricola*, vulgairement *Lumbricus terrestris* de Linné.)

(De gemeene aardworm.)

On choisira, autant que possible, des individus de forte taille. Ces animaux seront tués par la vapeur de chloroforme ou d'éther, légèrement étirés entre les doigts pour corriger un peu l'état de contraction dans lequel ils sont morts, et disséqués sous l'eau. (Voyez chapitre VI, § 3, page 208.)

Le nom d'*Annélides* vient de *annellus*, petit anneau, étymologie dont le lecteur comprendra bientôt la valeur.

Les Annélides vrais se divisent en deux ordres : les *Polychètes* (πολύς, nombreux, χαίτη, soie), tous marins, munis de pieds non articulés, portant des faisceaux de soies chitineuses (fig. 51, B, *p*), à sexes généralement distincts, et respirant ordinairement par des branchies localisées; les *Oligochètes* (ὀλίγος, peu), à organisation moins élevée, habitant la terre humide ou les eaux douces, sans pieds, ne possédant qu'un petit nombre de

soies, hermaphrodites et sans branchies. C'est à cet ordre des Oligochètes qu'appartient le Ver de terre ou Lombric.

§ 3.

ORGANISATION EXTÉRIEURE.

Le corps très allongé, à peu près cylindrique dans sa région moyenne, atténué en avant, aplati en arrière, est divisé en nombreux anneaux (en moyenne 180). Ainsi que nous le verrons par la dissection, cette segmentation n'est pas exclusivement externe : chaque anneau étant séparé du suivant, *dans l'intérieur du corps*, par une cloison.

La tête n'est guère différenciée. Le premier anneau apparent du corps, extrêmement étroit, porte la bouche à sa face inférieure; on l'appelle, par suite, *anneau buccal*. Au-dessus de la bouche fait saillie une lèvre charnue qui répond probablement au premier segment réel ou anneau céphalique des Polychètes. Chez ces derniers, le premier segment très développé porte fréquemment des yeux et des tentacules divers auxquels on a donné, par exemple, le nom d'antennes; le segment suivant ou buccal est muni d'autres prolongements tentaculaires; enfin, l'orifice buccal donne accès dans un pharynx musculeux protractile, muni de saillies chitineuses ou calcaires en forme de mandibules (fig. 51, B).

Chez le Lombric il n'y a rien de semblable, la bouche est inerme; on n'observe ni yeux, ni tentacules,

Figure 51.

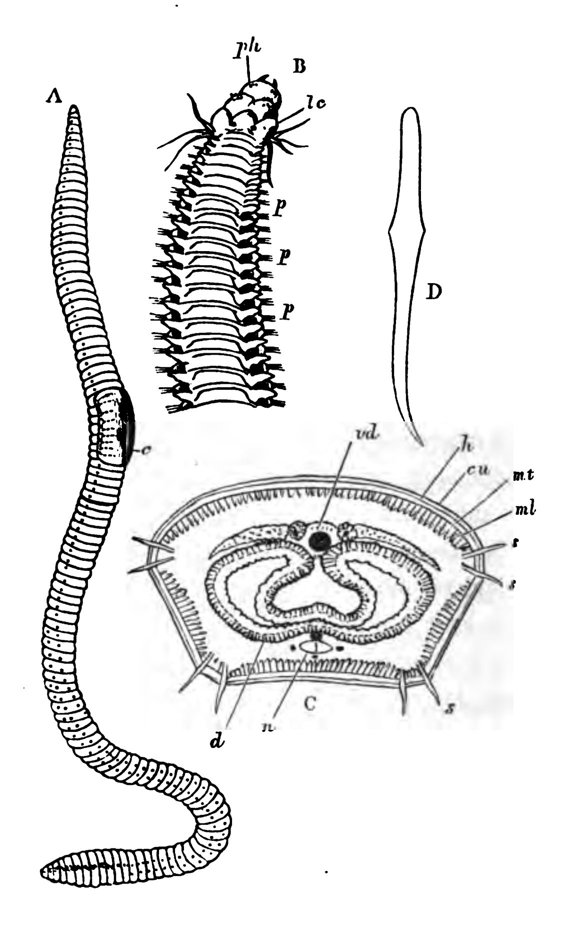


Figure 51.

A, *Lumbricus agricola* (d'après nature).

c, ceinture.

B, Partie antérieure du corps d'un Annélide polychète, *Nereis pelagica*.

lc, lobe céphalique.

ph, pharynx protractile avec les mandibules saillantes.

ppp, parapodes portant les soies.

(D'après nature.)

C, Coupe transversale du corps d'un Lombric. (Figure réduite d'après Claparède.)

cu, cuticule.

h, hypoderme ou couche cellulo-glandulaire de la peau.

mt, couche musculaire circulaire.

ml, couche musculaire longitudinale.

sss, soies.

vd, vaisseau sus-intestinal.

n, chaine nerveuse et les vaisseaux qui l'accompagnent.

d, tube digestif et son repli dorsal.

D, Soie grossie du *Lumbricus agricola* (d'après D'Udekem).

Si nous examinons la peau du Ver de terre à la loupe, nous constatons qu'elle porte quatre séries longitudinales de petits points enfoncés, dont deux presque latérales et deux autres rapprochées de la ligne médiane ventrale. Nous voyons aussi que de petites soies courtes, fines, raides et brillantes émergent de ces pores. Ce sont ces soies qui, lorsqu'on passe le Ver entre les doigts, déterminent un grattement très perceptible.

En coupant quelques tranches transversales dans un Ver durci par l'alcool pur, nous verrions immédiatement, au microscope, que les soies forment sur chacun des anneaux quatre petits groupes. Il y a deux soies par groupe (fig. 51, C, *s*).

Les soies chitineuses des Annélides ont des aspects extrêmement divers (des lames courbes, des dards barbelés, des scies, des tiges droites acérées, etc.), et si caractéristiques, qu'ils peuvent servir utilement dans la détermination des nombreuses formes de la classe. Comme nous le disions plus haut, chez les Polychètes, elles sont portées par des appendices mobiles non articulés, sorte de pieds courts que l'on nomme *parapodes*. Chez les Oligochètes, elles sont simplement implantées dans de petits refoulements sacculaires de la peau et sont utilisées, par notre Ver de terre, lors de ses déplacements dans les tubes qu'il se creuse dans le sol. Les soies du *Lumbricus agricola*, un peu courbes, renflées au milieu, rappellent un cimeterre (fig. 51, D).

Vers le premier tiers du corps et sur une longueur d'un et demi à deux centimètres au plus, s'observe la

ceinture (fig. 51, A, *c*), c'est-à-dire une sorte de manchon incomplet, de couleur plus claire, entourant les régions dorsale et latérale de six anneaux environ. Cette ceinture est due à un développement local considérable des glandes cutanées dont la sécrétion blanchâtre et visqueuse est destinée, ici, à rendre plus complet le contact des deux individus pendant le rapprochement sexuel.

Enfin, à la face ventrale du quinzième anneau, par conséquent bien en avant de la ceinture, on voit distinctement, dans certaines saisons, deux fentes ou boutonnières entourées de lèvres renflées : ce sont les orifices génitaux mâles.

§ 4.

DISSECTION.

Le Ver est fixé au fond du baquet par quelques épingles provisoires; la face ventrale (celle qui répond à la région incomplète de la ceinture) en bas. A l'aide de ciseaux fins, on fend délicatement les téguments, le long de la ligne médiane dorsale, depuis quelques centimètres en arrière de la ceinture, jusqu'à l'anneau buccal [1] (fig. 52, A).

---

1. Il est, en effet, inutile d'ouvrir l'animal plus en arrière, l'organisation étant la même jusqu'au dernier anneau du corps.

Ces téguments se composent d'une fine *cuticule* probablement chitineuse, à laquelle sont dus les tons irisés de la peau, et d'un tissu sous-jacent cellulaire et finement granuleux, l'*hypoderme*, homologue de la couche chitinogène de l'enveloppe des Articulés. Cette zone profonde est riche en glandes cutanées.

Sous la peau proprement dite, se trouvent deux couches musculaires y adhérant intimement et produisant les mouvements d'ensemble de l'animal, savoir : 1° une couche externe composée de fibres musculaires circulaires, c'est-à-dire entourant en forme de bagues la cavité du corps; 2° une couche interne constituée par des fibres ou bandelettes musculaires longitudinales (fig. 51, C).

L'ouverture du corps montre immédiatement ce que nous avions déjà signalé plus haut, c'est-à-dire que la cavité périviscérale est coupée transversalement, à la hauteur des lignes de séparation des anneaux successifs, par autant de cloisons ou diaphragmes musculo-membraneux. Ces diaphragmes ne sont cependant pas complets; ils sont traversés par le tube digestif, par le système nerveux, par les organes génitaux et segmentaires, et permettent certaines communications d'un des espaces qu'ils limitent aux autres.

La cavité périviscérale, cavité comprise entre les parois du corps et le tube digestif, renferme, chez tous les Annélides, un liquide généralement incolore, coagulable, analogue à de la lymphe, et dans lequel flottent des globules animés, par exemple, chez le Lombric, de

mouvements amiboïdes (changeant de forme en émettant des prolongements protoplasmiques).

Il existe, chez les Annélides et chez quelques autres Vers, deux appareils circulatoires distincts, l'un représenté, comme nous venons de le voir, par la cavité du corps, contient le liquide déjà cité, que M. Ed. Van Beneden[1] propose de nommer *liquide plasmatique*, admettant qu'il joue le rôle nutritif du plasma du sang des Vertébrés; l'autre, constitué par des vaisseaux clos, sans communication avec la cavité périviscérale, met en mouvement un liquide souvent rouge, renfermant alors de l'hémoglobine et ayant probablement pour fonction spéciale, l'absorption de l'oxygène et sa transmission au reste de l'organisme.

M. Ed. Van Beneden appelle cet appareil vasculaire clos *appareil hématique*.

L'existence des diaphragmes transversaux ayant été constatée, on rompt ceux-ci à l'aide de ciseaux, de façon à pouvoir fixer la peau à droite et à gauche au fond du baquet. Le tube digestif s'observe alors, s'étendant en droite ligne de la bouche vers l'anus situé au dernier anneau du corps.

Si la dissection a été faite avec soin, sans entamer le canal alimentaire, on peut voir, sur la ligne médiane dorsale du canal en question, et tranchant, sur le fond jaune général, par sa teinte d'un beau rouge foncé, un vaisseau longitudinal émettant à droite et à gauche de

1. *Zoologischer Anzeiger*, III jahrg, 1880, n°s 47 et 48.

Figure 52.

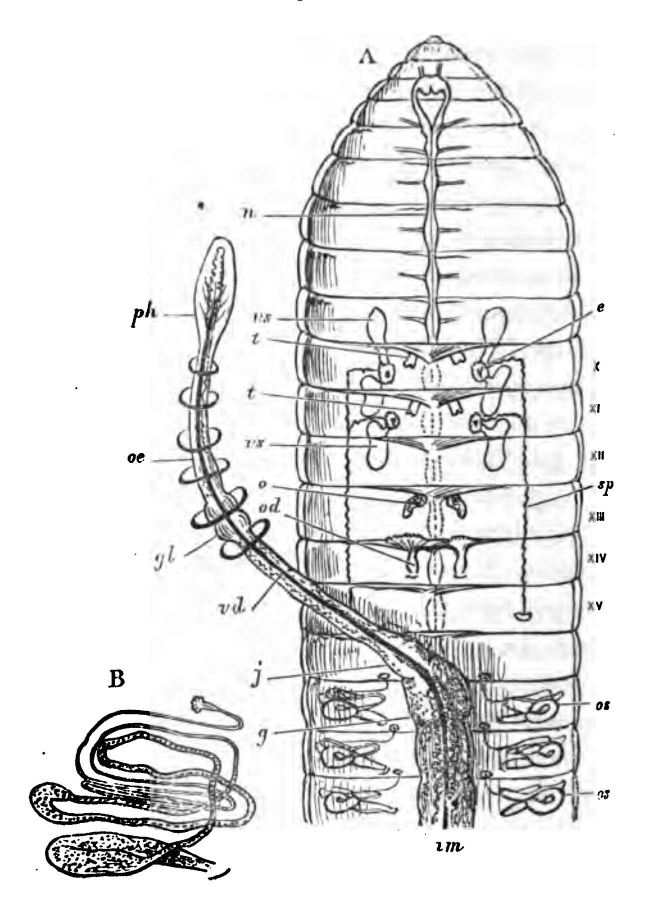


Figure 52.

A, LOMBRIC OUVERT montrant le système nerveux, les organes génitaux, le tube digestif déjeté à gauche.

(Figure en partie schématique, les organes mâles sont dessinés d'après Bloomfield; le tube digestif d'après d'Udekem.)

ph, pharynx.
oe, oesophage.
gl, diverticula glandulaires.
j, jabot.
g, gésier.
im, intestin moyen.
vd, vaisseau dorso-intestinal.
n, chaîne nerveuse.
os, organes segmentaires.
tt, testicules.
o, ovaires.
e, entonnoirs ciliés.
vs, vésicules séminales.
sp, spermiductes.
od, oviductes.

B, ORGANE SEGMENTAIRE, grossi. (D'après Gegenbaur.)

petites branches délicates. Ce vaisseau est le *vaisseau dorsal sus-intestinal* (fig. 52, A, *vd*).

L'appareil hématique du Lombric se compose, en effet, 1° d'un *vaisseau dorsal* ou *sus-intestinal*, suivant la face dorsale du tube digestif et dans lequel le liquide, grâce à la contractilité des parois, chemine d'arrière en avant; 2° d'un *vaisseau sous-intestinal* où le liquide marche d'avant en arrière; 3° d'un système de trois troncs de moindre calibre accompagnant, en dessous et sur les côtés, la chaîne nerveuse ganglionnaire (fig. 51, C, *vd, n*).

Le vaisseau sus-intestinal est relié au vaisseau sous-intestinal par des arcs vasculaires, dont les uns, périviscéraux, entourent le tube digestif et conduisent directement, dans chaque anneau, le sang du vaisseau dorsal dans le tube sous-intestinal, et dont les autres, moins directs, se résolvent en un réseau cutané. Dans six des anneaux qui suivent le sixième segment du corps, les arcs périviscéraux, très larges, offrent des pulsations manifestes et ont été appelés jadis cœurs (fig. 52, A, *oe*).

Quant aux vaisseaux qui longent la chaîne nerveuse, leurs rapports avec les deux troncs longitudinaux principaux s'établissent par le système vasculaire de la peau.

Le liquide des vaisseaux hématiques est rouge coagulable, contient de l'hémoglobine, mais ne charrie pas de globules[1].

---

1. Ainsi, chez les Mollusques et la plupart des Articulés, le liquide sanguin



Nous venons de dire que le tube digestif s'étend en ligne droite de la bouche à l'anus. Bien qu'il ne nous offre pas de coecums latéraux, comme celui des Aphrodites et des Sangsues, il présente, cependant, des variations de diamètre et des régions bien distinctes. On peut y constater, en effet, 1° un intestin buccal comprenant un *pharynx* musculeux, à surface extérieure un peu villeuse, aspect dû à la présence de petites glandes en grappes superficielles regardées comme salivaires; un *œsophage* relativement étroit, accompagné aussi de quelques glandes latérales et en grande partie caché, aux débuts de la dissection, par une série de poches blanchâtres faisant partie des organes génitaux; un *jabot,* suivi d'une deuxième partie élargie et musculaire, appelée communément *gésier* (fig. 52, A, *ph, oe, j, g*). 2° un *intestin moyen* très long, en apparence à peu près cylindrique, mais qui présente, en réalité, du côté dorsal, un repli rentrant longitudinal ou invagination en forme de gouttière profonde que les auteurs ont désignée sous le nom de *typhlosolis* (τυφλός, aveugle, σωλῆν, gouttière, tube). (Fig. 51, C, *d.*)

Les parois de l'intestin se composent, de dedans en dehors, d'un épithélium à cellules cylindriques, d'une couche vasculaire, d'une musculaire à fibres annulaires

---

est à la fois véhicule de l'oxygène et véhicule des substances nutritives; chez les Vertébrés, ces deux fonctions se partagent entre les globules et le plasma; enfin, chez les Annélides, elles sont dévolues à deux liquides distincts renfermés dans des cavités distinctes.



et longitudinales, enfin d'une glandulaire externe composée de longues cellules en massues sécrétant un liquide jaune ou jaune-verdâtre, donnant au tube digestif sa teinte superficielle caractéristique.

Cette dernière couche glandulaire représente physiologiquement la glande digestive des Crustacés et des Aranéides (chapitre VII, § 4, page 302). Son produit, légèrement alcalin, ne renferme ni pigments, ni acides biliaires, mais contient, suivant les recherches de M. Frédericq [1], au moins deux ferments, dont l'un dissout les albuminoïdes et dont l'autre transforme les féculents en glycose.

Si l'on ouvre le tube digestif du Lombric, on ne le trouve jamais rempli que d'humus, c'est-à dire de terre renfermant des débris végétaux décomposés. Comme d'autres Annélides vivant dans le sol, l'animal se borne à avaler la matière meuble au sein de laquelle il vit et à s'assimiler ce que cette matière peut contenir de nutritif. L'opinion des jardiniers d'après laquelle les Lombrics font du tort aux végétaux est donc absurde, et il suffit de se rappeler que cet être inoffensif n'a aucune armature buccale, pour comprendre qu'il est innocent des méfaits dont on l'accuse. Le Lombric fourmille dans les jardins, parce qu'il trouve un milieu propre à son développement et à sa multiplication dans les terres bien fumées et un peu humides.

---

1. *Sur la digestion des albuminoïdes chez quelques invertébrés*. (Bulletin de l'Académie royale de Belgique, 2e série, tome XLVI, 1878.)



Le tube digestif étant connu, passons à l'étude du système nerveux. Au-dessus de la région antérieure du pharynx, deux points blancs visibles à la loupe indiquent la présence des *ganglions cérébroïdes*. Sectionnons le pharynx en arrière de ces ganglions, détachons le tube digestif depuis cette section jusqu'au-delà du jabot, en prenant garde de léser les poches génitales que nous avons signalées plus haut, et déjetons tout l'intestin buccal à gauche. Le système nerveux se voit immédiatement sur la ligne médiane (fig. 52, A, *n*, et fig. 51, C, *n*).

Il comprend un anneau nerveux antérieur analogue à celui des Articulés, suivi d'une chaîne nerveuse ventrale.

Les ganglions cérébroïdes fournissent ici des nerfs, dirigés en avant, pour la lèvre supérieure très sensible au toucher. La chaîne nerveuse, ressemblant beaucoup à celle des Arthropodes, se compose aussi de deux cordons, mais intimement accolés. Elle se renfle légèrement, à la hauteur de chaque anneau, en masses ganglionnaires elliptiques d'où partent des nerfs destinés au système musculo-cutané. De plus, en avant de chacun des renflements ganglionnaires, la chaîne fournit des paires nerveuses animant les diaphragmes musculaires[1].

---

1. Il est à peine nécessaire d'ajouter que chez les Polychètes qui possèdent des organes sensoriels localisés, il y a des nerfs pour les tentacules, les yeux, les otocystes, etc.



A droite et à gauche, dans la cavité périviscérale, on aura certainement vu, dès l'ouverture du corps du Lombric, des organes d'un blanc laiteux, en forme de tubes sinueux, occupant les parties latérales de la plupart des segments. Ces tubes délicats sont les organes excréteurs ou *organes segmentaires* des Annélides (fig. 52, A, *os*).

En examinant un de ces organes segmentaires au microscope (fig. 52, B), on constate qu'il se compose d'un tube étroit replié un grand nombre de fois sur lui-même, débutant dans la cavité périviscérale par un entonnoir cilié, tapissé aussi de cils dans sa première moitié, glandulaire et sécrétant de fines granulations blanchâtres dans la partie suivante. Après s'être dilaté en une poche oblongue à parois musculaires, il aboutit à un pore percé dans la peau du côté ventral.

Si l'on considère deux anneaux adjacents, l'entonnoir cilié se trouve situé en avant du diaphragme qui les sépare; le tube perfore le diaphragme, passe sur son autre face et vient se contourner et se terminer dans l'anneau postérieur.

Partout, chez les Annélides, les organes segmentaires sont constitués sur le même plan fondamental : un entonnoir cilié, un tube cilié et glandulaire, ou accompagné de glandes, replié sur lui-même, et débouchant à l'extérieur par un pore cutané.

La plupart des Vers des autres groupes paraissent munis de tubes ciliés ayant une fonction excrétoire; nous nous bornons à indiquer le fait. Ajoutons que chez

certains Annélides, les organes segmentaires jouent un autre rôle important en servant de canaux pour l'expulsion des œufs ou des spermatozoïdes.

Il nous reste à décrire les organes reproducteurs. Leur dissection très pénible nous a semblé un peu trop difficile pour des débutants; aussi n'exposerons-nous que le plan général théorique en renvoyant, en même temps, au schéma de la figure 52.

Tandis que les Polychètes ont ordinairement les sexes distincts, les Oligochètes sont hermaphrodites; mais hermaphrodites insuffisants. Comme chez les limaces, un accouplement entre deux individus est nécessaire; les réceptacles séminaux de chacun d'eux se remplissant des spermatozoïdes de l'autre.

Les organes génitaux sont situés dans les segments de la région antérieure du corps. Les testicules étant placés assez loin en avant des ovaires.

On observe, comme organes génitaux mâles (fig. 52, A) : 1° deux paires de petits *testicules (t)*, 2° quatre *entonnoirs* ou rosettes ciliées *(e)*, origines des *spermiductes (sp)*, 3° six sacs d'un blanc jaunâtre, les *vésicules séminales (vs)*, atteignant, à l'époque de la reproduction, un développement tel qu'ils cachent complètement les testicules.

Les testicules produisent des cellules spermatiques dont les spermatozoïdes dériveront plus tard. Ces cellules tombent dans les entonnoirs; entraînées par les cils, elles passent dans les vésicules séminales où le développement des éléments du sperme se parachève.

On trouve donc les vésicules séminales distendues par un liquide visqueux chargé de spermatozoïdes généralement encore groupés en petites rosaces autour des derniers vestiges des cellules spermatiques.

Les vésicules séminales contiennent, en outre, presque toujours des parasites (grégarines[1], etc.).

Les spermiductes se réunissent deux par deux et donnent lieu à deux canaux simples se terminant à des pores cutanés entourés de petites lèvres, à la face ventrale du quinzième segment. Spermiductes et entonnoirs sont probablement des organes segmentaires modifiés et détournés de leur destination primitive[2].

Les organes génitaux femelles se composent : 1° de deux petits *ovaires (o)*; 2° de deux *oviductes (od)* débutant par des entonnoirs ciliés et débouchant à la face inférieure du quatorzième anneau; 3° d'annexes ou *réceptacles du sperme*[3], destinés à recevoir, pendant l'accouplement, le liquide mâle de l'autre individu. Ces réceptacles, qui ont l'aspect de vésicules blanches et présentent un développement très variable, communiquent avec l'extérieur par des pores cutanés situés sur les limites des segments 9-10 et 10-11; ils sont donc placés dans le voisinage des vésicules séminales avec lesquelles il faut éviter de les confondre.

---

1. Voyez chapitre XII, § 2.

2. Voyez pour les organes génitaux du Lombric : Bloomfield, *Quarterly journal of microscopic science*. Janvier 1880, volume XX, page 79.

3. Non représentés dans la figure 52.

L'accouplement qui a lieu à la surface du sol est, comme nous l'avons déjà indiqué, réciproque. Les Lombrics, placés en sens opposé, s'accolent par leurs faces ventrales; les ouvertures des réceptacles du sperme de chacun d'eux étant situées en regard de la ceinture de l'autre. Le sperme s'écoule par les orifices des canaux déférents, arrive, en suivant un sillon longitudinal, jusqu'à la ceinture, puis passe de là dans les réceptacles du second individu, et réciproquement.

Les Lombrics pondent de petites capsules ovoïdes terminées aux deux bouts par de petites saillies. Elles ont, par conséquent, une forme qui rappelle celle d'un citron et renferment un certain nombre de petits œufs enfouis dans une matière albuminoïde commune et accompagnés de spermatozoïdes provenant des *réceptacles du sperme.*

Quoiqu'il y ait plusieurs œufs, un seul embryon vient ordinairement à bien par capsule. La larve absorbe la provision d'albumine et le contenu des autres œufs non éclos.

Le développement du Lombric et des autres Oligochètes est direct, c'est-à-dire que l'animal abandonne le cocon ou l'œuf avec des caractères à peu près définitifs et ne subit point de métamorphoses à proprement parler. Il en est tout autrement chez les Polychètes; les larves, au moment de l'éclosion, sont composées de deux segments seulement : le segment céphalique généralement pourvu d'yeux et le segment anal. Les autres anneaux apparaissent successivement entre le segment

anal et le segment céphalique. Au début il n'existe pas de parapodes (fig. 51, B, *p*), mais des cercles plus ou moins multiples de cils, destinés à disparaître, et à l'aide desquels les jeunes Annélides marins nagent rapidement (fig. 44, D).

Nous n'avons parlé que de reproduction sexuelle; cependant il existe, dans le groupe d'animaux dont nous nous occupons, un autre genre de reproduction asexuelle que l'organisation anatomique pouvait faire pressentir.

Si, chez le Lombric, par exemple, nous faisons abstraction des segments antérieurs où se trouvent concentrés les organes génitaux, nous voyons que tous les autres anneaux du corps sont identiques les uns aux autres en structure, sont *homonomes* (ὁμὸς, semblable, νόμος, loi). Chacun d'eux, en effet, possède ses centres nerveux, son tronçon de tube digestif, ses vaisseaux, ses organes segmentaires, sa zone de téguments et ses soies, et peut être considéré comme une individualite.

Il n'y a donc rien de très surprenant à voir des segments détachés vivre d'une vie propre, acquérir les quelques organes qui leur manquent et reproduire un nouvel individu. D'anciennes expériences de Bonnet, de Lyonnet, de Réaumur et de Dugès ont appris que, chez les Lombrics et les Naïs, des fragments détachés artificiellement peuvent vivre et s'accroître. Chez les *Lumbriculus*[1] on peut couper, pour ainsi dire, indéfi-

1. Oligochètes habitant l'eau douce.

niment le Ver en tronçons. Toujours ces tronçons redeviennent des animaux complets.

On a constaté chez de nombreux Annélides soit la reproduction scissipare, soit la reproduction gemmipare. Dans le premier cas (*Syllis prolifera*, etc.), un tronçon formé d'une série d'anneaux postérieurs remplis d'œufs, acquiert, en avant, les caractères d'une tête, puis se détache spontanément de l'individu mère. Dans le second cas *(Myrianides, Autolytus, Naïs, etc.)*, le dernier anneau produit, par bourgeonnement, un nouvel individu. Chez plusieurs de ces formes, le même phénomène se répétant entre le dernier anneau du premier individu souche et la tête du descendant, il en résulte des chaînes d'Annélides qui se séparent plus tard, soit après le développement de leurs organes sexuels, soit, parfois, avant.

Nous trouverons, du reste, un autre curieux exemple de cette reproduction par gemmation et scission chez les Cestoïdes[1].

1. Deux auteurs belges ont beaucoup contribué à nos connaissances anatomiques en ce qui concerne les Lombrics : Ch. Morren et d'Udekem. Le Mémoire de Morren a paru en 1829 ; ceux de d'Udekem en 1854, 1859 et 1865, dans les tomes XXVII, XXXI et XXXVI des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*.

§ 5.

CESTODES OU CESTOÏDES.

(Κεστός, ceinture, εἶδος, forme.)

(Lintwormen.)

Nous aurions pu nous borner, comme dans tant de traités élémentaires, à copier quelque part l'histoire du *Tœnia solium* ou Ténia commun de l'homme. Mais ce n'est que dans les musées, ou grâce à l'obligeance d'un médecin, que le jeune homme débutant dans l'étude de la zoologie peut avoir l'occasion de voir incomplètement, dans un bocal d'alcool, l'être singulier ou plutôt la chaîne d'êtres qui porte très improprement le nom populaire de Ver solitaire.

Désirant, au contraire, faire observer de près les métamorphoses et les migrations d'un Cestoïde, nous choisissons le *Tœnia serrata,* un des Ténias du chien, plus à la portée de tous. Un lapin affecté de la maladie si commune connue sous les dénominations de boule, de gros ventre, etc., et un chien errant fourniront facilement des matériaux en abondance.

En ouvrant le lapin et en écartant, l'un de l'autre, les replis de l'intestin moyen, on trouve le mésentère (page 116) chargé d'un nombre souvent très considérable de vésicules sphériques de la grosseur d'un pois (fig. 53, A), à parois translucides et remplies d'un liquide légèrement jaunâtre ou incolore.

Détachons une de ces vésicules que les zoologues ap-

pellent un *cysticerque* (κύστις, vessie, κέρκος, queue), et qui, dans le cas présent, se nomme *cysticercus pisiformis;* ouvrons-la dans une goutte d'eau, sur une plaque de verre, et examinons le contenu à la loupe (fig. 53, B).

Après l'écoulement du liquide, nous voyons, fixé à la paroi et dirigé vers l'intérieur de la vésicule, un petit animal cylindrique généralement coudé en crosse, déjà divisé en segments dans la portion qui avoisine la paroi et dont l'extrémité libre (du moins chez les individus que nous avons étudiés nous-même) se trouve en partie invaginée, c'est-à-dire retournée ou déprimée à l'intérieur, comme le bout d'un tentacule de limace qui commence à se rétracter (fig. 53, C, *a*).

L'animal que nous observons est un *deutoscolex* (δεύτερος, deuxième, σκώληξ, ver), c'est-à-dire l'extrémité antérieure d'un Ténia futur. Seulement, pour devenir Ténia, il lui faut un autre milieu : le tube digestif du chien.

Dans les circonstances ordinaires, l'homme du peuple qui a tué un lapin pour s'en nourrir, donne les intestins et autres débris à son chien, ou les jette à la voirie où ils sont dévorés par les chiens vaguant. Vu la façon gloutonne dont les carnassiers avalent leurs aliments, bien des vésicules arrivent intactes dans le tube digestif.

Dans ce milieu spécialement approprié au développement complet du Cestoïde, le deutoscolex que nous avons trouvé avec son extrémité invaginée, achève de se retourner comme un doigt de gant. Il se compose

Figure 53.

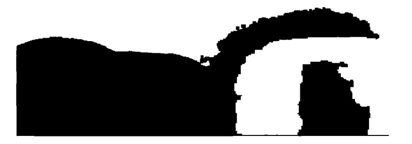


Figure 53.

TÆNIA SERRATA.

A, Portion du mésentère du lapin chargé de vésicules de *Cysticercus pisiformis*.

B, Une de ces vésicules ouverte, un peu grossie.

C, Figure théorique :

a, deutoscolex en partie invaginé;
b, le même, entièrement retourné.

D, Strobile du *Tænia serrata*.

E, Quelques proglottis grossis;

aa, orifices génitaux.

F, Deutoscolex du strobile, grossi;

vv, ventouses.

G, Un des crochets grossis.

(Figures d'après nature, excepté C.)

alors d'un Ver court, presque cylindrique, muni, en avant, d'organes de fixation, crochets et ventouses que nous décrirons chez le Ténia développé et auquel est encore suspendue en arrière la vésicule où il a pris naissance par bourgeonnement interne (fig. 53, C, *b*). Celle-ci disparaît, probablement dissoute par les liquides digestifs.

Le deutoscolex se fixe à la muqueuse de l'intestin moyen; puis la région postérieure du Ver qui s'est un peu allongée, achève de se diviser en segments distincts. De nouveaux segments se développent constamment entre la souche et les anciens, repoussant ceux-ci en arrière; de sorte que cette chaîne, que les naturalistes appellent un ***strobile*** (*στρόβιλος*. pomme de pin), peut atteindre une grande longueur[1] (fig. 53, D).

Examinons le strobile à l'état développé. L'intestin moyen du chien, ouvert et lavé sous un filet d'eau, renferme des paquets souvent volumineux de Ténias enchevêtrés, semblables à des rubans plats, blancs, de cinq à six millimètres de largeur[2].

On mettra un de ces paquets dans un vase plein d'eau et, en procédant avec patience, on isolera quelques strobiles pour les étudier avec attention.

1. Le *Tænia serrata* peut atteindre un mètre, mais il n'a généralement pas cette taille.

2. Comme le chien domestique peut porter soit le *Tænia serrata*, soit le *T. cucumerina*, soit le *T. marginata*, soit d'autres encore, il est très possible que l'observateur rencontre une forme un peu différente de celle que nous décrivons. Dans tous les cas, le plan général d'organisation est le même.

Les segments postérieurs sont beaucoup plus longs que larges; les segments voisins du deutoscolex souche sont, au contraire, courts; mais tous, observés à la loupe, montrent, sur un de leurs bords latéraux tranchants, un orifice entouré de lèvres circulaires, un *orifice génital* (fig. 53, E, *a*).

Ces orifices alternent ; l'ouverture, par exemple, à droite sur un segment, est à gauche sur le suivant, puis à droite sur le troisième, à gauche sur le quatrième, etc.

Après ce que nous avons exposé de la reproduction asexuelle des Annélides, nous n'étonnerons plus trop le lecteur en lui disant que chacun de ces segments ou *proglottis*[1] est un individu distinct.

Le proglottis n'a ni bouche ni tube digestif; mais il possède ses organes reproducteurs propres indépendants de ceux des autres proglottis de la colonie. Hermaphrodite, il a sa glande testiculaire, son ovaire et une large poche qui se remplit de petits œufs fécondés et à coques résistantes.

Quant au *deutoscolex* ou individu fixateur, il a plus ou moins la forme d'une massue. Le microscope y montre quatre ventouses d'adhérence et une saillie antérieure ou *rostellum*, entourée d'une couronne de nombreux crochets recourbés destinés à s'implanter dans la muqueuse intestinale du chien (fig. 53, F).

Mais l'histoire du Ténia n'est pas complète. Les der-

1. *Proglottis*, προγλωττίς, la pointe de la langue. On a voulu rappeler la forme allongée et plate des segments mûrs.



niers proglottis du strobile, les plus anciennement formés, puisqu'ils ont été repoussés en arrière par tous les autres, bourrés d'œufs microscopiques, se détachent spontanément et les uns après les autres de la chaîne.

Entraînés par les excréments du chien, ils sont déposés sur le sol presque toujours garni de végétaux. Les matières fécales achèvent de se décomposer à l'air, des insectes les détruisent, la pluie les délaie, etc., les œufs du Ténia résistent aux influences atmosphériques. A un moment donné, des lapins peuvent manger les plantes portant ces œufs imperceptibles.

Dans le tube digestif du rongeur, les enveloppes des œufs sont détruites et il éclot de petits embryons microscopiques sphériques, des *protoscolex* (πρῶτος, premier, σκώληξ, ver), armés de petits crochets tranchants, mobiles, à l'aide desquels ils perforent les tuniques intestinales et passent dans les vaisseaux. Portés par le courant sanguin, ils arrivent finalement dans quelque organe déterminé. Chez le lapin, nous avons vu qu'ils se logent dans le mésentère. Là ils s'enkystent, c'est-à-dire, qu'après avoir perdu leurs crochets, ils se transforment en une vésicule remplie de liquide autour de laquelle les tissus de l'hôte forment une capsule à tuniques plus ou moins épaisses. Sur la paroi interne de la vésicule apparaît par bourgeonnement un nouvel individu creux, le *deutoscolex,* prêt à se retourner et à recommencer, si les circonstances le permettent, le même cycle que celui que nous venons de décrire.

Par conséquent : 1° un Ténia n'est pas *un* Ver, mais



une *chaîne* de Vers. L'élément fixateur avec ses crochets et ses ventouses n'est pas une tête, comme le croit le vulgaire, mais le premier individu d'où descendent les autres par bourgeonnement et segmentation.

2° Les Ténias nous offrent un exemple de *génération alternante :* un individu non sexué produit, par voie agame, une série d'autres individus tout à fait différents, sexués, ne se reproduisant, au contraire, que par leurs œufs qui, troisième phase, donnent lieu à des êtres vésiculeux d'où naissent, enfin, et par gemmation, les deutoscolex asexués, souches de nouvelles colonies.

3° Les Ténias sont des parasites dont l'évolution, comme celle de beaucoup d'autres Vers, se passe chez deux hôtes différents; ici, le premier hébergeant la forme cysticerque, le second, la forme strobilaire.

C'est en grande partie à M. P.-J. Van Beneden que l'on doit la démonstration de ce dernier fait curieux. Celui-ci s'est vérifié pour toutes les formes de Cestoïdes dont on a pu suivre les migrations. Nous en donnons quelques autres exemples intéressants.

CYSTICERQUE.	HÔTE DU CYSTICERQUE.	TÉNIA.	HÔTE DU TÉNIA.
Cysticercus cellulosae.	Sous la peau et dans les muscles du porc.	*Tænia solium.*	Intestin moyen de l'homme.
C. fasciolaris.	Foie de la souris et du rat.	*T. crassicollis.*	Intestin du chat.
C. tenuicollis.	Péritoine des ruminants.	*T. marginata.*	Intestin du chien.
C. longicollis.	Cavité thoracique des campagnols.	*T. crassiceps.*	Intestin du renard.
Echinococcus veterinorum.	Foie, poumons du porc, de l'homme.	*T. echinococcus.*	Intestin du chien.
Coenurus cerebralis.	Cerveau du mouton.	*T. coenurus.*	Intestin du chien.

On réunit souvent, mais artificiellement, sous le nom d'*Helminthes* (ἕλμινς, ver), tous les Vers parasites internes, intestinaux et autres. De là la dénomination d'*helminthologie* employée pour désigner la partie de la zoologie qui traite des Vers endoparasites.

§ 6.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES VERS.

Animaux à symétrie bilatérale, à corps généralement allongé, plat ou cylindrique, souvent divisé en nombreux segments homonomes.

Jamais de membres articulés ; progression s'effectuant par des mouvements ondulatoires généraux, l'adhérence aux corps solides ayant lieu par des soies, des ventouses ou des crochets.

Téguments composés d'une cuticule, d'une couche cellulaire hypodermique et d'une zone musculaire formée, dans sa disposition la plus typique, d'une couche externe de fibres circulaires et d'une couche profonde de fibres longitudinales.

Système nerveux à situation ventrale constitué, chez les formes supérieures, par une chaîne ganglionnaire, centre d'où émanent les nerfs périphériques et dont la partie antérieure est traversée, comme chez les Arthropodes, par l'origine du tube digestif.

Appareil circulatoire représenté : 1°, par l'espace périviscéral, ou des cavités qui en tiennent lieu, remplis

d'un liquide plasmatique incolore souvent chargé de globules, et, 2°, chez beaucoup de Vers, par un système de vaisseaux clos où se meut un liquide hématique coloré.

Organes excréteurs formés de canaux ciliés débutant soit dans des lacunes interorganiques, soit directement dans une cavité périviscérale et s'ouvrant à la surface du corps par des pores cutanés.

Reproduction sexuelle; reproduction asexuelle par segmentation ou bourgeonnement. Fréquemment métamorphoses profondes, parasitisme, migrations et génération alternante. Embryons ou formes larvaires souvent ciliés.

Nous résumons, dans le tableau suivant, la subdivision du sous-embranchement des Vers.

Ire CLASSE.

ENTÉROPNEUSTES. (Ἔντερον, intestin, πνεῦσις, souffle, respiration.) . . . . . . *Balanoglossus* vivant en mer dans le sable. Méditerranée.

Vers cylindriques, ciliés, munis d'une trompe creuse pour l'aspiration de l'eau qui ressort ensuite par des orifices latéraux (orifices branchiaux) de la région antérieure du corps. Ces orifices communiquent avec autant de sacs branchiaux constitués par des dilatations sacciformes de l'origine du tube digestif. Les sacs branchiaux, qui sont soutenus par un squelette, rappellent les branchies des tuniciers et celles des poissons. Sexes distincts ; formes larvaires intermédiaires entre celles des Annélides et celles des Échinodermes.

IIe CLASSE.

ANNÉLIDES.

(*Annellus*, petit anneau.)
(Ringwormen.)

Vers cylindriques ou aplatis, à corps nettement divisé en segments cutanés et en segments intérieurs ; ceux-ci séparés par des cloisons musculaires. Système nerveux

Ire SOUS-CLASSE.

CHÉTOPODES. (Χαιτη, soie, πους, pied.)
(Annélides p. p. d.)
(Borsteldragende ringwormen.)

Corps cylindrique ou plus ou moins aplati, à segmentation interne et externe généralement semblables. Toujours des soies chitineuses, simplement implantées dans des refoulements de la peau, ou portées par des pieds saillants non articulés (parapodes). Point de ventouses. Libres, rarement para-

Ire SECTION.

POLYCHÈTES.

(Πολυς, beaucoup, χαιτη, soie.)

Annélides marins munis de tentacules, de parapodes portant des bouquets de soies et souvent de branchies distinctes. Sexes ordinairement séparés ; métamorphoses ; formes larvaires à ceintures de cils.

Phillodoce (Bladkieuworm).
Syllis (Kraalsprietworm).
Nereis. — *Eunice*.
Aphrodite (Zeemuis).
Serpula (Kalkkokerworm).
Sabella (Kokerscolopender).
Terebella (Schelpkokerworm).
Arenicola (Zeepier).

IIe SECTION.

OLIGOCHÈTES.

(Ὀλίγος, peu, χαιτη, soie.)

Nais.

hématique très développé comprenant des vaisseaux longitudinaux et annulaires. Organes excréteurs sous forme de canaux tortueux disposés par paires dans les segments (organes segmentaires). Libres ou ectoparasites (parasites externes).

la peau et sans parapodes. Hermaphrodites. Reproduction sans métamorphoses marquées.

IIe SOUS-CLASSE.

HIRUDINÉES. (*Hirudo*, Sangsue.) (Bloedzuigers.)

Corps plat à divisions internes beaucoup moins nombreuses que les divisions cutanées externes. Point de parapodes; presque jamais de soies. Organes de fixation constitués par une grande ventouse postérieure et souvent une petite ventouse antérieure autour ou devant la bouche. Généralement hermaphrodites. Ectoparasites momentanés ou permanents.

Hirudo, Sangsue (Bloedzuiger).
Clepsine.
Piscicola.
Pontobdella (Zeeëgel).
Branchiopdella.
Malacobdella.

IIIe CLASSE.

GEPHYRIENS. (Γέφυρα, pont.) (Brugdieren.)

Vers marins cylindriques, pourvus d'une trompe protractile portant ou non la bouche à son extrémité. A téguments garnis parfois de quelques rangées de soies crochues. Système nerveux composé d'une chaine nerveuse ventrale et d'un collier antérieur. Organes excréteurs affectant deux formes : 1° des groupes de tubes débouchant dans l'intestin terminal, 2° des organes en petit nombre, plus voisins de ceux des Annélides et s'ouvrant par des pores cutanés à la face ventrale. Sexes séparés. Développement plus ou moins analogue à celui des Annélides. Métamorphoses. Larves ciliées.

Echiurus (Zandworm).
Phascolosoma.
Sipunculus (Spuitworm).
Priapulus.

IVe CLASSE.

ROTATEURS. (*Rotator*, qui fait tourner.) (Raderdieren.)

Vers souvent microscopiques[1] à segmentation extérieure sans segmentation interne correspondante; munis antérieurement d'un appareil ciliaire fréquemment rétractile, composé de couronnes de cils portés ou non par des lobes aplatis entiers, en forme de roues, ou divisés. Organes excréteurs consistant en longs tubes débutant par des entonnoirs ciliés et débouchant, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une vésicule pulsatile, dans l'intestin terminal. Sexes séparés, mâles très petits, sans appareil digestif. Deux espèces d'œufs : œufs d'été à développement parthénogénétique (sans fécondation); œufs d'hiver pondus en automne et fécondés. Métamorphoses peu accusées.

Hydatina (Diklijf).
Brachionus (Schilddrager).
Rotifer (Raderdiertje).
Floscularia (Bloempolyp).

Ve CLASSE.

BRYOZOAIRES ou POLYZOAIRES[2]. (Βρύον, mousse, ζῶον, animal.) (Celpolypen.)

Vers aquatiques de petite taille, vivant ordinairement en colonies ramifiées ou lamelleuses, imitant des plantes et des mousses. La charpente de la colonie n'est qu'une cuticule commune, de consistance cornée ou calcaire, délimitant d'innombrables petites loges renfermant chacune les parties molles d'un individu. Extrémité antérieure du corps du Bryozoaire garnie de tentacules ciliés rayonnant autour de la bouche. Reproduction sexuelle et reproduction asexuelle par bourgeonnement. Hermaphrodisme à peu près général. Génération parfois alternante. Larves ciliées. (Voir fig. 44, C.) — On connait 600 formes vivantes et 1800 formes fossiles. — 31 formes ont été signalées en Belgique.

Cellepora (Rasp-celpolyp).
Retepora.
Eschara.
Membranipara (Vliescelpolyp).
Flustra (Horenwier).
Halodactylus (Zeevinger).
Loxosoma.
Cristatella.
Plumatella (Kuifcelpolyp).
Alcyonella.

1. Confondus jadis avec les Infusoires (voir Protozoaires).
2. Regardés autrefois comme molluscoïdes : voyez page 243.

VIe CLASSE.

NEMATHELMINTHES.

(Νῆμα, fil, ἕλμινς, ver.)

(Rondwormen.)

Vers cylindriques, souvent d'un petit diamètre, très longs et filiformes, sans parapodes, possédant rarement des soies le long du corps; mais fréquemment munis de dents, de crochets ou d'aiguillons à l'extrémité antérieure. Enveloppe musculo-cutanée en général épaisse. Sexes souvent séparés. Presque tous endoparasites.

CHÈTOGNATHES. (Χαιτη, soie, γνάθος, mâchoire.)

Vers libres, marins, à tête distincte, armée de deux groupes de crochets. Des replis cutanés latéraux soutenus par des rayons constituent des espèces de nageoires. Quelques soies raides. Hermaphrodites.

. . . . . . *Sagitta* (zeepijl).

IIe SOUS-CLASSE.

NÉMATODES. (Νῆμα, fil, εἶδος, ressemblance.)

Vers cylindriques allongés, ordinairement parasites, offrant, sauf de rares exceptions, deux bandes longitudinales latérales (champs latéraux), dépourvus de musculature et logeant dans leur épaisseur deux longs canaux excréteurs se réunissant pour s'ouvrir ventralement par un pore cutané commun. Sexes ordinairement séparés. Mâles munis d'organes d'accouplement postérieurs en forme de spicules chitineux. Développement accompagné de métamorphoses et de migrations.

- *Anguillula.*
- *Rhabdilis.*
- *Gordius*, Dragonneau (Koordworm).
- *Mermis.*
- *Filaria*, Filaire (Draadworm).
- *Trichina*, Trichine.
- *Trichocephalus* (Dunkopworm).
- *Strongylus*, Strongle.
- *Oxyuris*, Oxyure (Aarsmade).
- *Ascaris*, Ascaride (Spoelworm).

IIIe SOUS-CLASSE.

ACANTHOCÉPHALES.

(Ἄκανθα, épine, κεφαλή, tête.) (Stekelsnuitwormen.)

Vers cylindriques, parasites, munis d'une trompe protractile garnie de crochets chitineux. Ni bouche, ni tube digestif. Sexes séparés. Développement accompagné de migrations.

. . . . . . *Echinorhynchus*, Echinorhynque.

VII[e] CLASSE.

PLATHELMINTHES.

(Πλατύς, large et plat, ἕλμινς, ver.)

Vers inférieurs, à corps aplati, munis fréquemment d'organes d'adhérence constitués par des ventouses ou des crochets. En grande partie parasites. Presque toujours hermaphrodites. Reproduction accompagnée dans beaucoup de cas de métamorphoses, de migrations et de génération alternante.

I[re] SOUS-CLASSE.

TURBELLARIÉS.

(*Turba*, mouvement, sous-entendu ciliaire.) (Platwormen.)

Vers plats, couverts de cils; libres, non parasites; sans crochets ni ventouses[1]. Développement direct simple, ou métamorphoses en passant par des formes larvaires ciliées ressemblant, parfois, à celles des Échinodermes.

Polia.
Nemertes.
Dendrocoelum.
Planaria (Platworm).
Prostomum (Voormond).

II[e] SOUS-CLASSE.

TRÉMATODES. (Τρῆμα, trou.) (Zuigwormen.)

Vers plats, foliiformes, ecto ou endoparasites, munis fréquemment de ventouses ventrales; à tube digestif bifurqué, sans anus. Hermaphrodites; à génération directe ou à génération alternante compliquée de migrations, en passant par une forme larvaire (cercaria) pourvue d'une queue natatoire mobile.

Gyrodactylus.
Polystomum (Veelmond).
Distomum (Tweemond).
Monostomum (Eenmond).

III[e] SOUS-CLASSE.

CESTODES ou CESTOÏDES. (Κεστός, ceinture.) (Lintwormen.)

Vers plats, endoparasites, ordinairement réunis en chaine ou en ruban, sans bouche ni appareil digestif; fixés dans les cavités du corps d'autres animaux par les crochets ou les ventouses d'un premier individu souche procréant les autres par gemmation et segmentation. Individus sexués hermaphrodites. Métamorphoses, génération alternante et migrations.

Bothriocephalus (Bandworm).
Tænia (Lintworm).

1. Chez beaucoup de Turbellariés, on observe, dans la peau, des corpuscules en forme de baguettes, naissant dans des cellules spéciales et considérés comme ayant morphologiquement la valeur d'organes urticants (ou *nématocystes*) des Polypes (voyez *Polypes*, chapitre X).

CHAPITRE IX.

CINQUIÈME SOUS-EMBRANCHEMENT.

ÉCHINODERMES.

(Ἐχῖνος, hérisson, δέρμα, peau.)

(Stekelhuidigen.)

§ 1.

Les Échinodermes composent le dernier sous-embranchement des *Métazoaires* à symétrie bilatérale. Les Holothuries, les Oursins, les Étoiles de mer ou Astéries, les Pentacrines et les Comatules sont les types vivants[1] principaux du groupe.

Le lecteur quelque peu familiarisé déjà avec les formes diverses du règne animal, fera immédiatement cette réflexion, en apparence assez juste, que la plupart des animaux que nous citons ont leurs organes disposés autour d'un axe ou d'un centre, suivant des rayons au nombre de cinq (ou un multiple de cinq); qu'ils rentrent dans l'ancien embranchement des Rayonnés ou Ra-

---

1. On connait un très grand nombre d'Échinodermes fossiles.

diaires et que, par conséquent, nous nous trompons en les rangeant parmi les êtres à symétrie bilatérale.

Que le lecteur se rassure, ce que nous avançons ici ne peut être compris dans les erreurs qui nous ont peut-être échappé en écrivant cet ouvrage ; les Échinodermes sont des animaux à symétrie bilatérale, mais chez lesquels cette symétrie spéciale est souvent masquée.

Trois raisons principales ont fait admettre cette manière de voir par les naturalistes modernes et fait rejeter définitivement l'ancienne opinion :

1° Chez une série d'Échinodermes, les *Holothuries*, les *Spatangues*, etc., la symétrie de chaque côté d'un plan longitudinal médian saute aux yeux.

2° Chez les Échinodermes dont le corps est le plus régulièrement rayonné, en apparence, il existe encore des organes impairs [1] situés en dehors de l'axe et indiquant le plan qui divise l'animal en deux moitiés égales.

3° Les larves des Échinodermes sont le plus souvent symétriques. Ce n'est que plus tard, à la suite d'un développement que nous résumerons à la fin de ce chapitre, que cette symétrie bilatérale disparaît pour des yeux non prévenus.

Tous les Échinodermes étant marins, c'est sur notre côte qu'il faut aller chercher les matériaux d'étude. Ceux-ci s'y rencontrent, du reste, en abondance, car nous avons choisi, comme sujet, le plus commun de nos

---

1. La plaque madréporique, le canal pierreux, l'anus, et parfois d'autres.

Échinodermes, l'*Asteracanthion rubens* ou Étoile de mer ordinaire (gemeene zeester — gewone vijfvoet).

§ 2.

EXAMEN EXTÉRIEUR DE L'ÉTOILE DE MER.

L'animal, d'un rouge plus ou moins violacé, brunâtre ou presque orangé, sur la face dorsale, blanc-jaunâtre, sur la face ventrale, est composé d'une partie médiane, le *disque*, et de cinq *rayons* ou *bras* divergents, un peu renflés à leur origine. La bouche occupe le centre de la face ventrale.

Comme il y a cinq rayons, il y a aussi cinq *espaces interradiaux*, représentés seulement chez notre type par les angles rentrants compris entre les bases des rayons ; mais ces espaces peuvent être aussi larges ou plus larges que les bases chez des formes assez voisines : les *Ophiures*.

A la face dorsale, on observe, dans un des espaces interradiaux, une plaque circulaire un peu convexe, semblable à un petit bouton d'ivoire orné de sillons délicats ondés et rayonnants : la *plaque madréporique* dont nous reparlerons plus loin (fig. 54, A, *p*).

Le plan vertical qui passe par l'axe du rayon situé vis-à-vis de la plaque madréporique et par cette plaque elle-même, est celui qui divise l'animal en deux moitiés égales et symétriques. L'espace interradial occupé par la plaque madréporique est l'*espace interradial im-*

Figure 54.

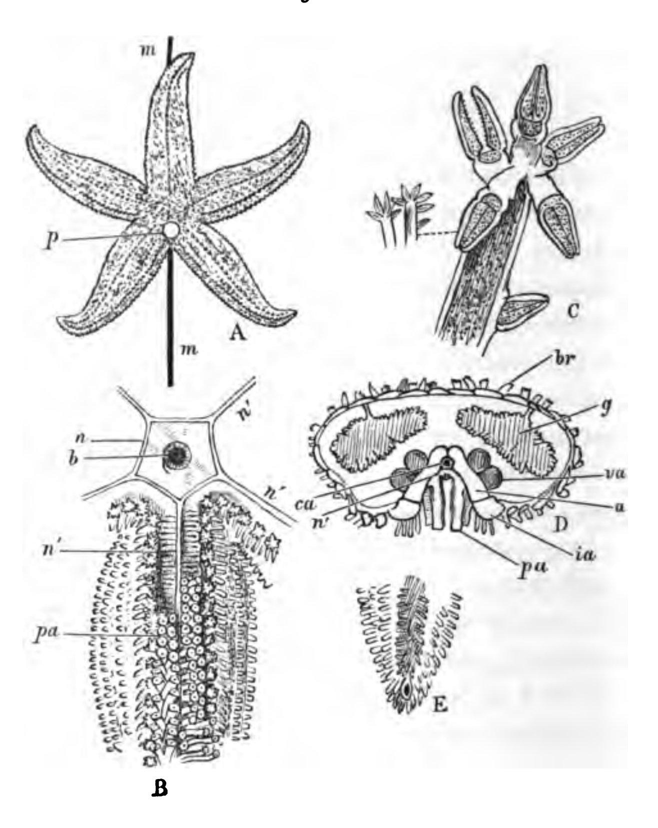


Figure 54.

A, *Asteracanthion rubens*, vu du côté dorsal.

p, plaque madréporique.
mm, ligne indiquant la position du plan médian.

(Figure réduite.)

B, Un des rayons et pourtour de la bouche, face ventrale.

b, bouche.
n, pentagone nerveux.
n', troncs nerveux radiaux.
pa, pieds ambulacraires.

C, Piquants portant des pédicellaires.

D, Coupe d'un rayon.

a, plaques ambulacraires.
ia, plaques interambulacraires.
ca, canal ambulacraire.
n', tronc nerveux.
pa, pieds ambulacraires.
va, vésicules ambulacraires.
g, glandes digestives.
br, branchies dermiques.

E, Position de l'oeil au bout d'un rayon.

(Toutes ces figures sont dessinées d'après nature.)

pair et postérieur; le rayon répondant au plan médian est le *rayon impair et antérieur* (fig. 54, A, *mm*).

Presque toute la surface du corps est couverte de piquants calcaires courts, garnis eux-mêmes à leur sommet de petites épines formant des brosses dures. Ces piquants rendent les téguments âpres au toucher et justifient parfaitement le terme d'*Échinoderme*; mais ceux de l'*Asteracanthion* ne sont rien en comparaison des piquants beaucoup plus considérables et mobiles des Oursins[1].

Entre les piquants, on observera aussi des tentacules coniques blancs, mous, flexibles et contractiles, les *branchies dermiques*, organes creux, tapissés par un épithélium vibratile, communiquant, par des pores cutanés, avec la cavité périviscérale (fig. 54, D, *br*).

Si nous examinons spécialement la face ventrale de l'Étoile de mer, nous trouvons chaque rayon creusé d'une gouttière large et profonde, la *gouttière ambulacraire*, occupée par quatre rangées de tentacules charnus, terminés chacun par une ventouse aplatie (fig. 54, B, D, *pa*).

Lorsque l'animal ramassé sur la plage est vivant, on lui voit étendre et courber les tentacules en question comme pour chercher des points d'appui. Ces organes sont, en effet, des espèces de pieds multiples, à l'aide

1. Chez certains Oursins ils deviennent énormes et même dans quelques genres, comme *Phyllacanthus, Centrostephanus, Heterocentrotus,* ils ont une longueur supérieure au diamètre du corps globuleux de l'animal.

desquels l'Astérie se fixe et rampe sur les corps solides des fonds marins. Présents chez tous les Échinodermes, mais avec des formes et des dimensions variables d'un type à l'autre, ils portent les noms de *tentacules ambulacraires*, *tubes ambulacraires*, *pieds ambulacraires*, *cirres ambulacraires*, etc. (*ambulacrum*, galerie, promenade, de *ambulare*, se promener).

Comme les pieds ambulacraires font, en même temps, partie intégrante du système aquifère des Échinodermes, nous reviendrons sur leur structure à propos de l'organisation intérieure.

A la face inférieure de la pointe de chacun des bras, par conséquent, au bout de la gouttière qui loge les pieds ambulacraires, s'observe une tache d'un rouge vif. C'est un œil composé, ou tout au moins, une terminaison nerveuse ayant les caractères d'un organe sensoriel et en continuité avec l'extrémité du tronc nerveux axial du rayon (fig. 54, E).

Comme l'Astérie vivante tient, en général, les bouts de ses rayons recourbés vers le haut, les yeux, bien que portés par la face ventrale, sont, en réalité, tournés vers la lumière.

Chez l'animal mort, chez les individus conservés dans l'alcool, etc., l'œil semble porté par une éminence. Celle-ci n'est que la base d'un organe rétracté, le *palpe*. A l'état d'activité et lorsque l'Astérie relève la pointe des rayons, le palpe s'étend et prend la forme d'un assez long cylindre flexible. Organe probablement tactile, le palpe est, comme l'œil, riche en éléments nerveux et

en connexion avec l'extrémité du tronc nerveux radial.

Le revêtement cutané de l'Étoile de mer nous réserve encore une autre surprise. Examinons, à la loupe, le pourtour de la bouche et les bords de la gouttière ambulacraire : des piquants cylindriques mobiles portant vers leur extrémité de petites lames foliacées, blanches, ressemblant vaguement, à première vue, à un groupe de pétales floraux minuscules, se rencontrent en abondance. Arrachons quelques-uns de ces piquants et observons-les au microscope (fig. 54, C).

Chacun de ces piquants est enveloppé par une couche tégumentaire molle qui se prolonge en certains points, surtout au bout du cylindre, pour former les pédoncules charnus de petites tenailles calcaires à deux mors, les unes ouvertes, les autres fermées. Ces tenailles sont les *pédicellaires* ou *pédicelles*.

Les *pédicellaires*, tantôt à deux branches, comme dans le cas que nous avons choisi, tantôt à trois branches (oursins), répandus sur la presque totalité des téguments, ou localisés dans quelque région, à peu près sessiles ou longuement pédiculés, suivant les échinodermes qui les portent, fonctionnent comme de véritables mains.

M. Alexandre Agassiz, qui a longuement examiné leurs allures chez les Oursins d'Amérique, nous les décrit comme excessivement actifs et se passant constamment, comme les personnes qui font la chaîne lors d'un incendie se passent les seaux d'eau, les petits corps étrangers, excréments de l'échinoderme, débris d'ani-

maux morts, petits animaux vivants, etc., qui se déposent sur le test et qui, en s'accumulant entre les piquants, finiraient par souiller le revêtement extérieur de l'animal. Les pédicellaires amènent ces objets jusqu'à un point de la surface du corps d'où ils peuvent être facilement entraînés par les courants d'eau[1].

On admet aussi, en général, que ces organes servent à porter à la bouche les matières alimentaires. Leur abondance au voisinage de l'orifice buccal de l'*Asteracanthion* milite en faveur de cette opinion[2].

Avant d'aborder l'étude des organes internes, il nous reste à dire quelques mots de la texture des téguments. Ceux-ci se composent d'un derme conjonctif, revêtu extérieurement par une couche cellulaire épithéliale (épiderme). L'épiderme produit une cuticule superficielle mince, garnie çà et là, dans des régions plus ou moins étendues, de cils vibratiles.

Un épithélium vibratile revêt également la face interne de la cavité du corps et de divers organes.

Un caractère général aux échinodermes est la présence de dépôts calcaires dans la couche moyenne ou dermique des téguments. Chez les Holothuries, la

---

1. Agassiz, *Revision of the Echini*. Part. III, page 662. Cambridge, 1873.

2. Chez la plupart des Échinides (Oursins), les téguments portent, outre les piquants et les pédicellaires, de petits organes sensoriels tactiles, les *sphéridies*. Ce sont de petits boutons sphériques, transparents, couverts d'un épithélium ciliaire et portés par de courts pédoncules mobiles.

substance calcaire y est disséminée à l'état de petites plaques treillissées affectant des formes caractéristiques, des ancres, des rosettes, etc. Chez les autres, la substance calcaire, au contraire, très abondante, constitue un véritable squelette, composé, ou bien de pièces calcaires mobiles réunies entre elles par des espaces tégumentaires restés mous (Étoile de mer), ou bien de plaques beaucoup plus étendues, immobiles, unies entre elles par des sutures (Oursins).

Ce squelette offre une foule d'appendices externes, les piquants, etc., et des saillies internes, telles que les plaques ambulacraires des Astéries que nous décrirons un peu plus tard.

§ 3.

ORGANISATION INTERNE DE L'ÉTOILE DE MER.

La dissection se fera suivant le programme que nous traçons ci-après, sous peine de ne pas réussir et de détruire les rapports importants de plusieurs organes. Nous prévenons le lecteur que l'eau sous laquelle on ouvre l'*Asteracanthion* se salit très vite et doit être renouvelée fréquemment.

On fixe l'animal, la face inférieure ou buccale en bas; puis, tout en respectant soigneusement la plaque madréporique, on pratique, à l'aide de ciseaux fins, dans la face dorsale du disque et à mi-distance entre le centre et les bords, une petite fente susceptible de livrer passage à la lame d'un scalpel. Glissant ensuite l'instrument

entre les téguments et les tissus sous-jacents, on décolle ceux-ci sur une petite étendue. On élargit un peu l'orifice et on décolle les organes un peu plus loin. On continue ainsi avec soin, jusqu'à ce qu'on ait détaché complètement de la face dorsale une plaque tégumentaire, irrégulièrement circulaire, d'un centimètre et demi de diamètre, par exemple.

L'ouverture est élargie par l'enlèvement successif de fragments de peau sur les bords, en observant toujours la précaution préalable de racler avec le scalpel pour détacher les organes mous.

On fend ensuite deux des rayons[1], chacun suivant deux lignes qui suivent à peu près leurs bords latéraux. Saisissant la bande de peau médiane, au voisinage du disque, à l'aide d'une pince, on la retrousse graduellement jusqu'à la pointe du rayon, en ayant soin de détacher, dans toute leur longueur, mais en respectant leurs positions relatives, un cordon musculaire médian et deux longues glandes jaunâtres latérales.

Ceci fait, voici ce que l'opérateur a sous les yeux : du centre du disque partent cinq bandes musculaires étroites. Elles irradient d'un point d'attache commun et suivent la face dorsale de chacun des rayons pour se terminer à sa pointe. Ces cordons sont les *muscles rétracteurs* des rayons; c'est par leur action que les extrémités des bras de l'Étoile de mer vivante sont

1. Deux rayons suffisent, l'organisation étant la même dans tous les cinq.

courbées vers le haut, de façon à tourner les organes visuels vers la lumière (v. page 383; fig. 55, A, *m*, *m'*).

Enlevons les muscles rétracteurs. Immédiatement sous l'étoile à cinq branches que formaient leurs origines, s'observe une surface aplatie, pentagonale, à plis ondulés ramifiés : c'est la face supérieure du *sac stomacal* (fig. 55, A, *e*).

Le centre de cette face est ordinairement occupé, chez les Astéries, par un tout petit prolongement intestinal vertical aboutissant à un orifice anal. Mais il existe aussi des Étoiles de mer sans anus et, d'après la monographie de C. K. Hoffmann[1], l'*Asteracanthion rubens* rentrerait précisément dans cette catégorie.

Le sac stomacal, entièrement tapissé au-dedans par un épithélium ciliaire, offre cinq dilatations plus ou moins marquées, à la hauteur des origines des rayons, et présente, en outre, du côté dorsal, deux appendices creux ou coecums extensibles que nous n'avons pas représentés dans notre dessin.

Au-dessus des dilatations latérales de l'estomac naissent cinq tubes étroits, les *coecums radiaux*, qui, dès la base de chaque rayon, se divisent chacun en deux conduits très longs, subdivisés en petites branches latérales aboutissant à des saccules glandulaires. Le tout forme dans le rayon deux longues glandes composées, de couleur jaune, suspendues à la paroi tégumentaire

1. *Sur l'anatomie des Astérides* (Archives néerlandaises des sciences tome IX, 1874, page 136).



dorsale par un repli membraneux assez semblable à un mésentère (fig. 54, D, *g*, et fig. 55, A, *gl*).

La fonction des coecums radiaux glandulaires est actuellement bien connue : d'après MM. Frédericq et Krukenberg, ce sont des glandes digestives du même ordre que la glande digestive (ancien foie des auteurs) des Mollusques et des Arthropodes et dont la sécrétion digère les albuminoïdes et transforme les féculents en sucre.

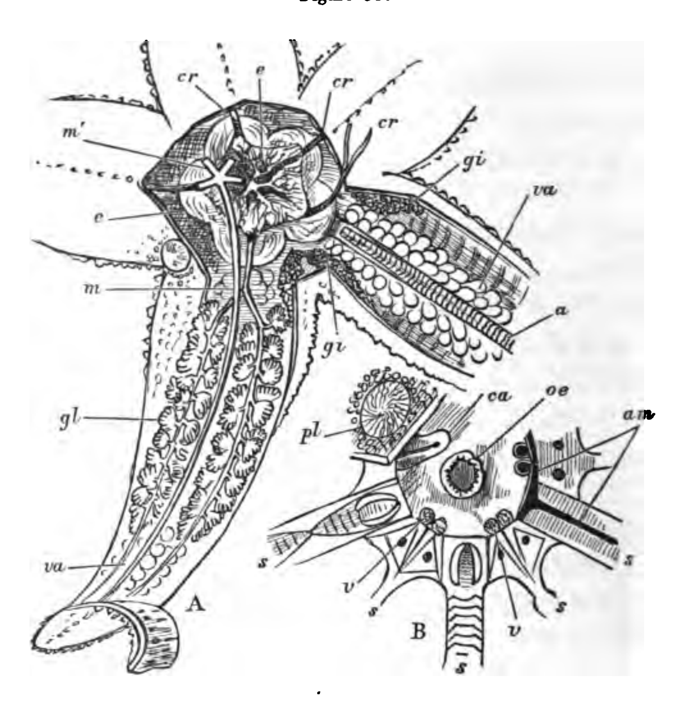
Le sac stomacal se prolonge inférieurement en un *œsophage* court, aboutissant à une *bouche* circulaire contractile (fig. 54, B, *b*), percée au centre d'une membrane, la *membrane buccale*, tendue dans le cadre solide formé par les pièces squelettiques de l'origine des rayons.

Fait curieux, l'œsophage et une partie de l'estomac peuvent se retourner au dehors et faire une assez forte saillie à la face inférieure de l'animal. C'est probablement en employant ce moyen que les Astéries, qui sont très voraces, parviennent à avaler des proies souvent volumineuses.

En résumé, nous voyons qu'à une bouche privée d'organes masticateurs, fait suite un tube digestif, vertical, très court puisqu'il n'a pour longueur que l'épaisseur assez faible de l'échinoderme, mais cependant à grande surface, par suite de prolongements latéraux considérables.

Supprimons les coecums radiaux. A partir des angles interradiaux, on trouve, dans chaque bras, appliqués

Figure 55.



A, ***Asteracanthion rubens,*** ouvert par la face dorsale. (D'après nature.)

m, un des muscles rétracteurs des rayons. — ***m',*** origine commune de ces muscles un peu déjetée à gauche. — ***cr,*** coecums radiaux. — ***gl,*** glandes digestives. — ***e,*** sac stomacal. — ***gi,*** glandes génitales. — ***a,*** saillie interne formée par les plaques ambulacraires. — ***va,*** vésicules ambulacraires.

B, Centre du système aquifère, grossi. (D'après nature.)

oe, coupe de l'œsophage. — ***pl,*** plaque madréporique. — ***ca,*** canal pierreux. — ***v,*** corps de Tiedemann. — ***am,*** canal ambulacraire et canal annulaire (coupe horizontale). — ***sss,*** pièces squelettiques.

principalement sur les parois latérales, deux organes en grappes, affectant, suivant la saison, des dimensions plus ou moins considérables[1] (fig. 55, A, *gi*). Ce sont les *ovaires* ou les *testicules*, par conséquent au nombre de dix.

Chez toutes les formes d'Astéries, les produits génitaux s'échappent par des canaux déférents ou des oviductes aboutissant à des orifices distincts situés dans les angles interradiaux de la face dorsale du disque. Tantôt ces orifices sont simples, tantôt, comme chez l'*Asteracanthion,* il existe, pour chaque glande, des pores multiples réunis en groupe[2].

A de très rares exceptions près, les Échinodermes ont les sexes séparés. Cependant les mâles ne se distinguent point des femelles par des caractères extérieurs et souvent il est même difficile de reconnaître les testicules ou les ovaires sans recourir à l'observation microscopique de leur contenu.

Chez l'*Asteracanthion,* la distinction est cependant assez aisée. Nous reproduisons ce qu'en dit M. Ed. Van Beneden :

« ... Quand elles ont atteint leur complet développe-
« ment, les cinq paires de glandes sexuelles s'étendent
« dans toute la longueur des bras; elles soulèvent for-

1. La figure 55, A, est dessinée d'après un individu où ces organes sont encore peu développés.

2. Ces pores sont percés dans des plaques squelettiques spéciales, les *plaques génitales*.



« tement la peau du côté du dos, de sorte qu'on recon-
« naît, même à l'extérieur, les individus chez lesquels
« les produits sexuels sont arrivés à maturité. Il suffit
« de l'examen microscopique le plus superficiel pour
« distinguer le contenu des testicules de celui des
« ovaires, et l'on apprend bientôt à reconnaître le sexe,
« même à l'œil nu : les ovaires ont une teinte jaunâtre
« ou brunâtre très pâle, les testicules sont d'un blanc
« de lait tout à fait pur. En outre, les lobules de la
« grappe ovarienne sont plus arrondis et plus courts;
« ceux de la glande sexuelle mâle sont allongés et plu-
« tôt de forme tubulaire[1]. »

Les œufs sont évidemment très petits. Les spermatozoïdes sont des filaments terminés par une extrémité céphaloïde arrondie.

Il n'y a point de rapprochement sexuel et, sauf des cas très peu nombreux, la fécondation n'a lieu que par suite du transport, par l'eau de mer, des spermatozoïdes libres vers les œufs déjà expulsés.

Nous traiterons du développement dans le § 4.

Enlevons à leur tour les organes génitaux, achevons de supprimer les téguments du disque, tout en respectant la plaque madréporique.

Nous trouvons le fond de la cavité de chaque rayon occupé par un axe solide, flexible, formé de pièces cal-

1. *Contributions à l'histoire de la vésicule germinative et du premier noyau embryonnaire*. (Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 2e série, t. LXI, nº 1, janvier 1876.)

caires nombreuses, unies entre elles comme des vertèbres (fig. 55, A, *a*). Des deux côtés de cet axe s'observent deux rangs de vésicules membraneuses, translucides, sphériques ou ovoïdes, les *vésicules ambulacraires* (fig. 55, A, *va*, et fig. 54, D, *va*).

Une tranche coupée transversalement au travers d'un des rayons laissés jusqu'à présent intacts, nous permettra de nous faire une idée nette des différentes parties en question (fig. 54, D).

Cette section nous montre immédiatement que l'axe solide faisant saillie dans la cavité du rayon est constitué, dans chacun de ses petits segments, par l'union des extrémités supérieures de deux pièces obliques formant le toit de la large gouttière qui loge les pieds ambulacraires. Ces deux pièces sont les *plaques* ou *osselets ambulacraires;* elles s'appuient, en dehors, sur les pièces *interambulacraires* portant les aiguillons fins et mobiles qui limitent la gouttière ambulacraire à droite et à gauche (fig. 54, D, *a, ia*).

On constate, de plus, que chacune des vésicules ambulacraires communique directement avec un pied ambulacraire placé immédiatement au-dessous, et cela par un des pores alternes nombreux *(pores ambulacraires)*, situés latéralement entre les plaques ambulacraires successives.

L'examen de la coupe du bras va nous apprendre encore quelques autres faits intéressants : immédiatement sous l'articulation médiane des plaques ambulacraires existe un canal limité inférieurement par un

plancher transversal de nature musculaire. Ce canal loge un des tubes ou *canaux ambulacraires* chargés de conduire un liquide mélangé probablement d'eau de mer aux vésicules ambulacraires déjà citées.

Sous le plancher musculaire est un cordon nerveux, saillant, à texture complexe, celui-là même qui anime le rayon entier et vient se terminer, comme nous l'avons vu, à l'organe visuel et au palpe. Enfin, le cordon nerveux est revêtu par une mince cuticule et des cils vibratiles [1].

Il ressort, en outre, de l'ensemble de ces dispositions singulières, c'est-à-dire de la situation des plaques ambulacraires au-dessus du système nerveux, d'une cloison musculaire et d'un canal, que, chez les Astéries, les plaques ambulacraires représentent une sorte de squelette interne constitué par des parties du squelette dermique faisant saillie dans l'intérieur du corps.

Tous les Échinodermes sont pourvus d'un vaste système irrigateur à fonctions multiples, désigné sous le nom de *système aquifère* [2] et dont les détails anatomiques que nous connaissons déjà vont nous permettre de saisir assez facilement la disposition générale.

La plaque madréporique percée de nombreux petits pores et qui joue le rôle d'un tamis destiné à arrêter

1. Nous évitons de parler ici des rapports existant entre le cordon nerveux et les vaisseaux sanguins nourriciers. Il ne faut pas perdre de vue le caractère très élémentaire de l'ouvrage.

2. Hoffmann l'appelle *système lymphatique*.

les corps étrangers, établit la communication la plus directe entre le contenu du système aquifère et l'eau de mer extérieure. Il y fait suite un canal (fig. 55, B, *ca*) plus ou moins courbé en S et dont les parois très blanches sont soutenues par un squelette curieux formé d'environ 60 petits anneaux calcaires. Le développement du dépôt calcaire a valu à ce canal les noms de *canal pierreux, canal du sable*. Le canal pierreux aboutit à un canal annulaire longeant le cadre squelettique qui soutient la membrane buccale (fig. 55, B, *am*) et émettant cinq troncs rayonnants, les *canaux ambulacraires*, pénétrant chacun dans une des gouttières situées sous les articulations des plaques ambulacraires des bras.

Chez la plupart des Échinodermes, des vésicules contractiles, les *vésicules de Poli*, sont annexées, en nombre plus ou moins grand, au canal annulaire. Les vésicules de Poli[1] manquent chez l'*Asteracanthion*; mais on observe, en revanche, à la circonférence interne du vaisseau annulaire et disposés par groupes de deux, de petits corps sphériques que les débutants pourraient fort bien prendre, par erreur, pour les vésicules contractiles en question. Ces corps sphériques, appelés *corps de Tiedemann*, de couleur brunâtre, à l'état frais, ont une texture caverneuse et paraissent être (d'après Hoffmann) les centres de production des élé-

1. J. X. Poli, naturaliste italien, né en 1746, mort en 1825, auteur d'un ouvrage célèbre sur les Mollusques de la Méditerranée.

ments cellulaires qui flottent dans le liquide du système aquifère.

Le canal ambulacraire de chaque bras communique, à son tour, par de nombreuses petites branches transversales, avec les cavités des pieds ambulacraires surmontés de leurs vésicules.

Ajoutons, enfin, que les pieds ambulacraires, fermés à leur extrémité externe dilatée en ventouse, possèdent, comme les vésicules ambulacraires et les vésicules de Poli, des éléments musculaires dans l'épaisseur de leurs parois et que tout le système aquifère est tapissé par un épithélium vibratile.

Les contractions des vésicules ambulacraires chassent le liquide dans les pieds ambulacraires et les distendent. Les vésicules de Poli, quand elles existent, joueraient un rôle analogue pour l'ensemble du système.

Le liquide mélangé d'eau du système aquifère a donc des actions mécaniques en rapport avec la locomotion; mais il joue chez les Échinodermes un autre rôle bien plus important : on soupçonnait depuis longtemps et je l'avais enseigné moi-même, que, comme le liquide hématique des Vers, il servait aux échanges gazeux et que l'appareil aquifère constituait, en somme, l'appareil respiratoire. M. A. Foettinger[1], en découvrant récemment la présence de l'hémoglobine dans les globules du liquide de l'appareil aquifère de l'*Ophiactis*

---

1. *Bulletins de l'Académie royale de Belgique,* 2e série, tome XLIX, page 402. Mai 1880.

virens, est venu lever tous les doutes à cet égard.

Outre cet appareil vasculaire respiratoire, il en existe un autre plasmatique ou nourricier, mais d'une étude trop difficile pour faire tenter, par un débutant, des recherches que les naturalistes les plus éminents n'ont pu poursuivre qu'avec beaucoup de peine. Nous nous bornerons donc à dire ici qu'il se compose de vaisseaux clos se distribuant aux divers organes et renfermant un liquide en général incolore dans lequel flottent des éléments cellulaires.

Quant au système nerveux, si l'on n'a en vue que la disposition topographique, il suffit, à la face inférieure d'un des rayons de l'Astérie, d'enlever les pieds ambulacraires, pour mettre à nu, au fond de la gouttière, le *tronc nerveux radial* (fig. 54, B, *n'*). Il y a ainsi cinq troncs radiaux que l'on a des raisons très sérieuses de considérer, chez les échinodermes, non comme de simples nerfs, mais comme de véritables centres nerveux[1].

Ils se terminent à la pointe des rayons dans les organes visuels et, à leur autre extrémité, aboutissent, dans la région péribuccale, à un anneau nerveux pentagonal (fig. 54, B, *n*), qui n'a rien de commun avec l'anneau nerveux antérieur des Mollusques ou des Arthropodes et doit être regardé comme formé seulement de commissures réunissant les centres nerveux radiaux les uns aux autres.

Le pentagone nerveux de l'*Asteracanthion rubens*

1. J. Müller les appelait *cerveaux ambulacraires*.

n'est guère accessible par l'intérieur de l'animal; mais on le trouve très facilement, comme le représente la figure 54, B, en examinant l'Astérie par la face ventrale et en enlevant les pieds ambulacraires de quelques rayons dans le voisinage du disque.

§ 4.

DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE DE L'ÉTOILE DE MER.

Après une segmentation totale, le vitellus donne lieu à un embryon parfaitement sphérique, composé d'une paroi extérieure ou *ectoderme* et d'une masse centrale plus claire qui sera plus tard le mésoderme.

Sous cet état, l'embryon quitte les enveloppes de l'œuf et nage en tournant lentement sur lui-même sous l'influence de cils très fins qui le recouvrent en entier (fig. 56, 2).

Puis la couche extérieure s'invagine en un point et la larve se transforme en une gastrula pyriforme ciliée, comprenant, par conséquent, une paroi ectodermique et un sac digestif primitif endodermique (fig. 56, 4). L'orifice du sac est l'anus de la larve. Quant à la bouche larvaire[1], elle se produit ultérieurement comme suit : la cavité digestive s'élargit, en son fond, en une dilatation stomacale et s'incurve, au-delà, vers une des faces de la larve qui s'aplatit. Là se forme une dépression qui

1. Qui n'est pas la bouche de l'Étoile de mer future.



marche à la rencontre de la cavité digestive et se met en communication avec elle après résorption de la paroi. Cette dépression est la bouche (fig. 56, 5, 6).

De chaque côté de la portion élargie ou stomacale du tube digestif se produit un diverticulum qui en devient bientôt indépendant (fig. 56, 6, 7). Ces diverticula s'allongent et donnent naissance à deux tubes situés l'un à droite, l'autre à gauche de la cavité digestive (fig. 56, *t*). Ils représentent le système aquifère de la larve et vont jouer un rôle très important, car ils produiront la cavité périviscérale de l'échinoderme et les éléments compris entre l'endoderme et l'ectoderme.

Sous la région buccale de la larve, le tube droit s'unit au tube gauche par une communication transversale, de sorte que l'ensemble rappelle la lettre U. Ces tubes aquifères primordiaux sont cependant loin d'être identiques; ainsi, celui de gauche va se terminer du côté dorsal par un pore qui le met en rapport avec l'eau extérieure, pore qui deviendra la plaque madréporique de l'adulte.

La larve s'allonge davantage; les cils qui recouvraient, au début, l'embryon entier, disparaissent en grande partie et se restreignent à une bande ciliée qui court sur les deux faces de la larve en décrivant une courbe compliquée et élégante.

Presque aussi transparente que du verre, la larve, déjà très singulière, va prendre une forme nouvelle; forme caractéristique et qui diffère très notablement d'un groupe d'échinodermes à l'autre. Chez l'*Astera-*

Figure 56.

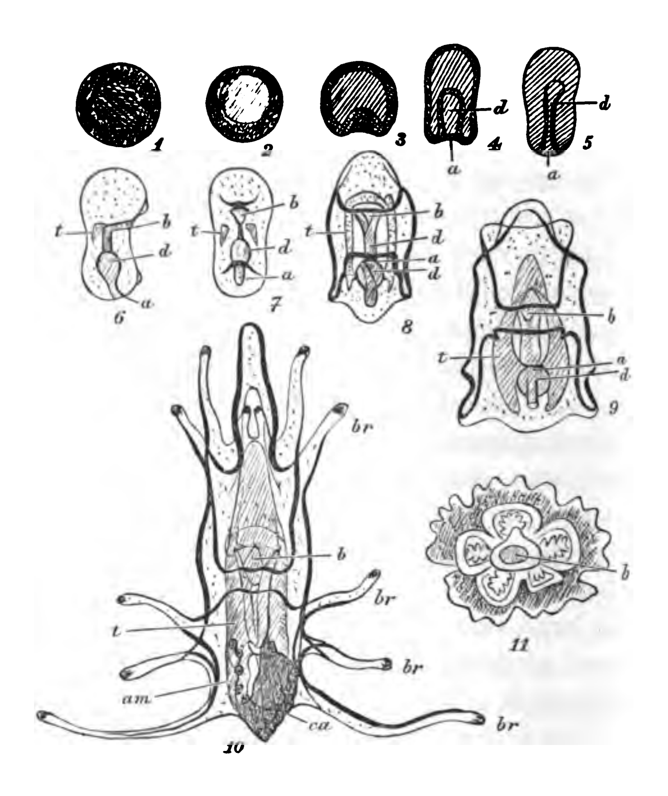


Figure 56.

DÉVELOPPEMENT DES ASTÉRIES.

1 à 8, *Asteracanthion Berylinus.* — 9 à 11, *Asteracanthion pallidus.*
(Figures réduites d'après Agassiz.)

Indications communes à toutes les figures :

d,	cavité digestive.	*a,*	anus.
b,	bouche.	*t,*	tubes aquifères.

(Les lignes sinueuses noires sont les bandes ciliées.)

1, embryon dans l'œuf.
2, embryon libre, au moment de l'éclosion.
3, 4, 5, états ultérieurs de la larve.
6, profil, formation de la bouche, apparition des tubes aquifères.
7, face, apparition des bandes ciliées.
8, 9, états ultérieurs.
10, *Brachiolaria* entièrement développée.
br, les bras.
ca, bouclier calcaire dorsal devant donner lieu à la face dorsale de l'Astérie.
am, plaque pentagonale à lobes saillants devant former la face ambulacraire de l'Astérie.
11, très jeune Astérie; la brachiolaire est complètement résorbée.
b, bouche nouvelle de l'Astérie.

canthion, elle devient quadrangulaire et offre des dentelures accusées qui, en s'allongeant, offrent bientôt l'aspect de dix longs bras que parcourent les prolongements de la bande ciliée. Sous cette forme qui a reçu le nom de *Brachiolaria*[1], sa progression devient rapide (fig. 56, 10).

Comme nous le voyons, elle est bien nettement bilatérale et symétrique.

La Brachiolaria va produire l'Astérie, mais d'une façon toute spéciale. Tandis que chez la plupart des animaux et même chez les Holothurides parmi les Échinodermes, le corps entier de la larve se transforme en celui de l'animal parfait, ici ce n'est qu'une très petite partie du corps de la brachiolaire qui se transforme en Étoile de mer.

Les portions caractéristiques de l'Astérie, à savoir : 1° la face qui portera le système ambulacraire, et 2° le

1. Les larves d'échinodermes ont reçu une foule de noms. Nous avons pensé qu'une note à cet égard serait utile.

M. Huxley appelle, d'une manière générale, la larve bilatéralement symétrique et pourvue de bandes ciliées, un *Echinopædium*.

Les autres dénominations principales et plus spéciales sont les suivantes :

Auricularia. Larves de Synaptes, à appendices courts et mous, en forme d'auricules.

Bipinnaria.
Brachiolaria. } Larves d'Astéries, à longs bras mous.

Pluteus. Larves d'Ophiures et d'Oursins, dont la forme rappelle plus ou moins une tente ou un bonnet chinois. Les longs appendices sont soutenus par un squelette calcaire.

disque dorsal calcaire qui doit se couvrir de piquants, se développent *dans* la larve en connexion avec les tubes aquifères primordiaux et aux dépens du mésoderme. En effet, à la surface externe du tube aquifère gauche et à la hauteur du renflement stomacal, se forme une plaque pentagonale, la face ambulacraire future (fig. 56, 10, *am*); tandis qu'à la surface externe du tube aquifère droit apparaissent des corpuscules calcaires[1] dont la réunion constitue bientôt avec la masse mésodermique qui les enveloppe, une plaque ou bouclier dorsal (fig. 56, 10, *ca*).

Les deux plaques, ambulacraire et dorsale, ont d'abord des positions respectives tout autres que celles qu'elles doivent prendre plus tard. Elles sont verticales et non horizontales; elles ne sont pas parallèles; mais dans des plans à angle droit l'un sur l'autre. Enfin, elles sont séparées par toute l'épaisseur du tube digestif et des deux tubes aquifères.

La dernière des particularités que nous venons de signaler nous permet de faire comprendre l'origine d'éléments importants : la portion du tube digestif de la larve comprise entre les deux plaques se conservera seule et donnera lieu à l'appareil digestif de l'*Asteracanthion*. La paroi interne de chaque tube aquifère primitif s'appliquant contre ce tube digestif, lui formera ses enveloppes musculaires et péritonéales. La paroi

1. Ces corpuscules ont la forme de petites baguettes fourchues à chaque extrémité. Leur réunion forme bientôt un treillis calcaire.



externe des mêmes tubes, paroi où apparaissent la plaque ambulacraire et les concrétions calcaires du disque dorsal, s'unissant vraisemblablement à l'ectoderme de la larve, produira la peau avec sa couche musculaire et son revêtement interne. Enfin, la cavité même des tubes en question formera la cavité périviscérale de l'Échinoderme.

Lorsque la plaque pentagonale ambulacraire et le bouclier calcaire dorsal ont acquis un certain développement, la Brachiolaria perd sa transparence, ses bras et ses autres parties sont graduellement et assez rapidement résorbés au profit de la jeune Astérie formée dans son intérieur. Quand cette résorption est complète[1], les deux plaques ambulacraire et dorsale deviennent parallèles et se rapprochent l'une de l'autre, à peu près comme une boîte à couvercle que l'on ferme.

Il en résulte un tout petit Échinoderme encore asymétrique dont l'anus est situé vers le bord de la face dorsale et qui offre, au milieu de la face ventrale, une bouche nouvelle totalement différente de celle de la larve. Le disque, sur lequel apparaissent des piquants, se divise en cinq portions d'abord assez inégales et fort courtes : ce sont les bras. Autour de la bouche se montrent cinq lobes charnus sur lesquels se développent les premiers pieds ambulacraires (fig. 56, 11).

---

1. Il est des groupes où le jeune Échinoderme ne résorbe pas sa larve en entier. Chez les Ophiures des bras de la larve se détachent et, chez quelques autres formes, la plus grande partie de la larve se sépare de la portion qui a donné lieu à l'animal définitif.

§ 5.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES ÉCHINODERMES.

1° Métazoaires à symétrie bilatérale très évidente, ou bien masquée par le développement de divisions du corps disposées d'une façon rayonnante.

2° Téguments dont la couche moyenne est incrustée de calcaire, soit disséminé à l'état de petits corps à formes définies, soit accumulé en assez grande quantité pour former un véritable squelette cutané composé de plaques mobiles les unes par rapport aux autres ou immobiles. Ces téguments souvent couverts d'appendices spiniformes ou piquants, accompagnés de petites pinces mobiles, les pédicelles.

3° Organes locomoteurs représentés par des pieds ambulacraires; nombreux tentacules creux contractiles, généralement terminés par des ventouses et amenés à l'état d'extension par la pression d'un liquide à fonction respiratoire qui remplit un système de canaux nommé système aquifère.

4° Système aquifère très développé, tapissé d'un épithélium vibratile, communiquant en général avec l'eau extérieure par une plaque poreuse : la plaque madréporique, et comprenant des canaux, des vésicules contractiles nombreuses aspirant et chassant le liquide, enfin les pieds ambulacraires.

5° Système nerveux composé d'au moins cinq cordons ou centres nerveux très longs, unis par des commissures

produisant un anneau pentagonal autour de l'origine du tube digestif.

6° Reproduction généralement sexuelle; sexes ordinairement séparés; développement presque toujours accompagné de métamorphoses profondes; l'échinoderme se formant aux dépens de la totalité ou le plus souvent d'une portion restreinte du corps d'une larve bilatéralement symétrique, munie de bandes ciliées.

Le tableau suivant renferme les caractères principaux des quatre classes qui composent le sous-embranchement.

Ire CLASSE.
HOLOTHURIDES.
(Zeekomkommers.)

hinodermes bilatéralement symétriques, allongés, vermes, à téguments farcis de corpuscules calcaires de s définies. Bouche antérieure au milieu d'un cercle de :ules. Pieds ambulacraires de l'une des longues faces rps (qui devient la face de reptation) en général seuls us de ventouses. Point de plaque madréporique ex- le canal pierreux mettant le système ambulacraire en unication avec la cavité périviscérale. Anus terminal, ieur. Cloaque accompagné fréquemment de longs ap- :es creux, arborescents, regardés comme organes res- ires ? Parfois hermaphrodites *(Synaptes)*. Développe- direct ou accompagné de métamorphoses. Dans ce :r cas, les larves *(auricularia)* n'ont que des appendices ou auricules, et passent par un état intermédiaire en de tonnelet garni de bandes transversales ciliées. viron 200 formes vivantes connues. Trois d'entre nt été observées dans la mer du Nord.

Synapta.
Molpadia.
Thyone.
Psolus (Zeeagurk).
Cucumaria (Zeebuidel).
Holothuria.

IIe CLASSE.
ÉCHINIDES.
(Zeeappels [1].)

inodermes à corps globuleux, sphéroïdal, ellipsoïdal, diforme, à téguments renfermant un dépôt calcaire ant, formant des plaques calcaires polygonales, unies elles d'une manière immobile et constituant, par leur ble, une enveloppe complète ou test. Piquants mo- Plaque madréporique. Pieds ambulacraires nombreux, és en zones verticales. Pédicellaires en général à trois ies, presque toujours des sphéridies. Bouche centrale ce inférieure. Anus à peu près central à la face supé- , ou bien soit l'anus seul, soit la bouche et l'anus riques. Larves affectant la forme de *Pluteus*.
peu plus de 200 formes vivantes connues. 7 Échi- :onstatés dans la mer du Nord.
nd nombre de formes fossiles : environ 1500.

Amphidetus.
Spatangus (Zeeklit).
Ananchytes.
Clypeaster.
Echinus (Zeeappel).
Toxopneustes.
Cidaris.

[1] Vulgairement : Oursins.

IIIe CLASSE.

ASTÉROÏDES. (Stellerides.)

(Zeesterren[1].)

Échinodermes à corps aplati, pentagonal ou offrant des divisions en rayons, de façon à affecter la forme d'une étoile. Squelette dermique, composé de pièces mobiles les unes par rapport aux autres. Plaques ambulacraires formant, dans chaque segment ou rayon, un squelette interne. Une ou plusieurs plaques madréporiques. Pieds ambulacraires restreints à la face inférieure ou buccale du corps. Bouche inférieure et centrale. Pédicellaires à deux branches. Développement ordinairement accompagné de métamorphoses, en passant par un *Echinopoedium* en forme de *Bipinnaria* ou de *Brachiolaria* (Astéries), de *Pluteus* (Ophiures).

5 formes ont été observées dans la mer du Nord.

Astrophyton.
Ophiothrix (Stekelslangster).
Ophiocoma.
Ophiactis.
Ophiolepis.
Ophiura (Slangster).
Astropecten (Kamster).
Asteriscus.
Solaster (Zonnester).
Asteracanthion (Vijfvoet).

IVe CLASSE.

CRINOIDES.

(Leliesterren[2].)

Échinodermes à corps capsuliforme ou sphérique, à squelette dermique composé de plaques polygonales ; offrant, en général, des bras articulés presque toujours bifides, munis de petites branches articulées ou *pinnules*. Portés dans le jeune âge seulement ou pendant toute la vie par une tige calcaire multi-articulée. Organes génitaux dans les pinnules. Pas de plaque madréporique. Appendices ambulacraires tentaculiformes. Développement compliqué en passant par une forme larvaire à cercles ciliés rappelant celle des Holothuries.

Dix à douze formes vivantes seulement. Un très grand nombre de formes fossiles, surtout dans les terrains primaires.

FORMES VIVANTES PRINCIPALES :

Antedon (ou *Comatula*).
Rhizocrinus.
Pentacrinus.

1. Vulgairement : Étoiles de mer.
2. Vulgairement : Encrines.

CHAPITRE X.

MÉTAZOAIRES A SYMÉTRIE RADIÉE.

SIXIÈME SOUS-EMBRANCHEMENT.

POLYPES

(πολύς, nombreux, ποῦς, pied).

(VEELVOETEN.)

CŒLENTÉRÉS[1] **(MAAGZAKDIEREN). — ZOOPHYTES**[2] **(PLANTDIEREN).**

§ 1.

A l'exemple de plusieurs naturalistes éminents, nous donnons au mot Polype un sens beaucoup plus étendu que celui qui lui était attribué autrefois. Nous réunissons, dans ce groupe très vaste, les Cténophores, les Anthozoaires (polypes des anciens auteurs), les Hydrozoaires (Hydroïdes et Méduses) et les Éponges.

Tous sont des animaux à symétrie radiée[3], tous peu-

1. Coelentérés : κοῖλος, creux, ἔντερον, intestins.

2. Zoophytes : ζῶον, animal, φυτόν, plante.

3. Lorsque la symétrie radiée n'est pas altérée, les organes sont disposés suivant les nombres 4, 6, ou leurs multiples.

vent être ramenés à une forme fondamentale simple : celle d'un sac à double paroi. L'orifice du sac représente ordinairement l'ouverture buccale ; la cavité centrale est la cavité digestive. La paroi externe est un ectoderme, la paroi de la cavité digestive, un endoderme. Le tissu plus ou moins développé situé entre les deux parois en question répond au mésoderme.

La plupart d'entre eux offrent autour de l'orifice buccal, une ou plusieurs couronnes de tentacules (de là le nom de *Polypes*).

Presque tous les Polypes (même certaines Éponges), possèdent des organes urticants ou *nématocystes* (νῆμα, fil, κύστις, vessie), déterminant la mort rapide des petits animaux qui viennent à les toucher, ou une urtication cuisante chez les animaux de plus grande taille et l'homme.

Les nématocystes ont le plus souvent leur siège dans l'ectoderme. Ce sont de petites capsules remplies d'un liquide vénéneux et renfermant chacun un long filament élastique, enroulé en hélice, parfois barbelé, qui se débande brusquement, devient externe et rigide, dès que la capsule subit un léger attouchement (fig. 57, A).

§ 2.

LES CAMPANULAIRES.

Nous choisissons comme type principal d'étude, la famille des Campanularides, non comme la plus favorable, assurément, mais comme renfermant des formes excessivement communes, faciles à se procurer.

En se promenant sur les plages de notre côte, le lecteur aura remarqué le dépôt littoral de débris de toute espèce, formant une sorte de ligne continue, indiquant, sur le sable, la limite de la marée. Dans ces amas, les fragments de bois, les algues, les coquilles, les bryozoaires, etc., sont accompagnés de touffes, presque inextricables, de filaments brunâtres ressemblant à du crin.

En isolant quelques parties d'une de ces touffes, on verra que les filaments sont ramifiés, comme s'ils appartenaient à un végétal. Ces filaments sont cependant de nature animale : ce sont les charpentes chitineuses de colonies de Polypes, de colonies de *Campanularia gelatinosa* (gedraaide zeedraad).

On conçoit que de pareils débris roulés par les vagues ne peuvent guère être utilisés pour une étude de quelque portée : aussi, avant de retracer l'histoire de la *Campanularia gelatinosa,* aurons-nous recours à d'autres matériaux vivants.

En cherchant dans les petites flaques d'eau situées entre les fascines ou les pierres des brise-lames, le

Figure 57.

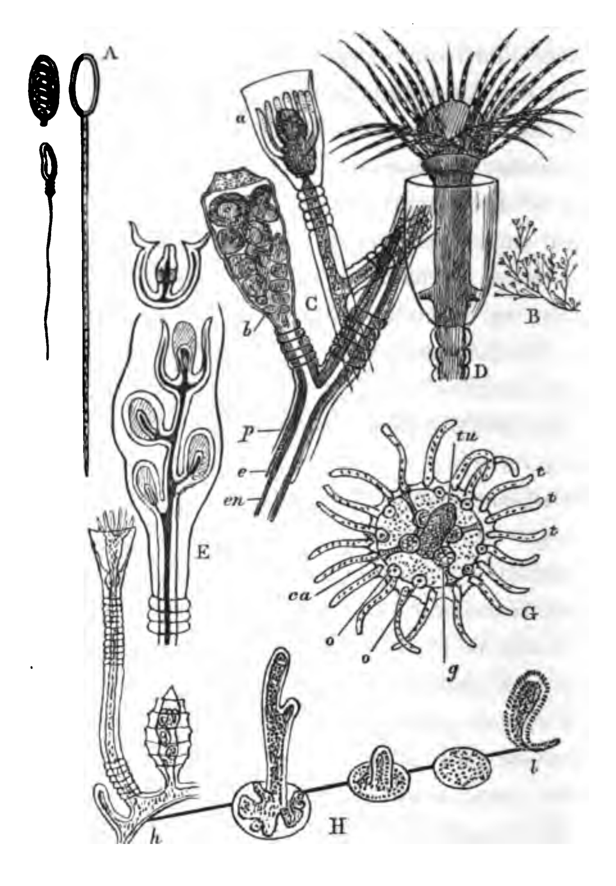


Figure 57.

A. NÉMATOCYSTES A FILAMENTS, enroulés et déroulés par évagination.
(D'après Gegenbaur.)

B, FRAGMENT DE COLONIE DE *Campanularia geniculata*.
(Grandeur naturelle.)

C, DEUX FRAGMENTS DE LA MÊME COLONIE, très grossis.

a, zooïde nourricier et hydrothèque.

b, zooïdes reproducteurs et gonothèque.

p, périsarque.

e, ectoderme.

en, endoderme.

(D'après nature.)

D, ZOOÏDE NOURRICIER ÉTALÉ DE *Campanularia gelatinosa*.
(D'après P.-J. Van Beneden.)

E, GONOTHÈQUE renfermant des Gonophores à divers états de développement.
Un Gonophore médusoïde est détaché.
(Figure théorique.)

G, GONOPHORE MÉDUSOÏDE DE *Campanularia gelatinosa*.
(Vu par dessous.)

tu, tube buccal.

t t t, tentacules.

g, organes génitaux.

o o, organes marginaux.

ca, canaux gastrovasculaires.

(D'après P.-J. Van Beneden.)

H, DÉVELOPPEMENT DE LA *Campanularia volubilis*,
depuis la larve *l* issue de l'œuf, jusqu'à la colonie hydroïde *h*.
(D'après P.-J. Van Beneden.)

naturaliste trouvera d'autres colonies beaucoup plus petites, plus pâles, plus ramifiées, en partie rampantes; elles appartiennent, par exemple, à la *Campanularia geniculata* (geknoopte zeedraad) (fig. 57, B).

Au microscope, on constate que la colonie comprend des tiges ramifiées offrant, de distance en distance, des séries de bourrelets transversaux; que les rameaux portent à leur extrémité d'élégantes petites coupes comparables à des verres à boire et contenant chacune un corps central ou polype garni d'un pinceau de tentacules. On voit, de plus, à l'aisselle des rameaux, des loges plus grandes, paraissant fermées et à contenu obscur, constitué par un groupe de petits corps en apparence sphériques (fig. 57, C et D).

Tel est ce que nous donne un premier aperçu. Examinons la Campanulaire plus attentivement. En procédant de dehors en dedans, nous constatons sur un rameau : 1° une enveloppe cuticulaire externe, le *périderme* ou *périsarque*. Ce n'est qu'une couche sécrétée, mais qui a son importance, puisque c'est elle qui donne la forme et la solidité à la colonie (fig. 57, C, *p*).

Aux extrémités des rameaux, le périsarque se dilate en coupes ou calices transparents pour la protection de polypes nourriciers, ces coupes sont les *hydrothèques* (fig. 57, C, *a*).

A l'aisselle des rameaux, le périsarque forme des capsules plus grandes, les *gonothèques*, logeant chacune un groupe d'organismes reproducteurs (fig. 57, C, *b*).

2° Sous le *périsarque* nous observons, par transpa-

rence, une matière organique vivante, le *cœnosarque* (*κοινὸς*, commun, *σὰρξ*, chair), établissant la relation et la continuité entre les polypes d'une même colonie.

Étudié avec des procédés convenables, ce cœnosarque se montre composé d'un ectoderme et d'un endoderme limitant une cavité centrale (fig. 57, C, *e*, *en*).

Il y a chez les Campanulaires et d'autres formes voisines, un fait qui frappe immédiatement, c'est l'existence simultanée, dans une colonie donnée, de deux formes différentes d'êtres ou zooïdes, les uns destinés à capturer les aliments, à nourrir la colonie, ce sont les zooïdes nourriciers, polypes nourriciers ou *hydranthes* (*ὕδρα*, hydre, *ἄνθος*, fleur); les autres destinés à la reproduction, les zooïdes reproducteurs, dont chaque petit groupe, sous une même enveloppe, prend le nom de *gonosome* (*γόνος*, rejeton, *σῶμα*, corps).

L'*hydranthe,* ou polype nourricier, protégé par son hydrothèque dans laquelle il se rétracte à la moindre alerte, est un véritable polype, mais sans organes sexuels. A peu près cylindrique, il offre une couronne[1] de tentacules pleins (ici au nombre de 24). Du milieu de la couronne fait saillie un cône, le *tube buccal,* au sommet duquel est percée la bouche. La cavité sacciforme qui y fait suite communique, en son fond, avec le canal central du cœnosarque. De nombreux nématocystes ou organes urticants sont portés par les tentacules qui,

1. Il peut y avoir deux couronnes de tentacules superposées dans certaines formes, *Campanularia gelatinosa,* par exemple.



étalés, constituent un piège meurtrier pour tous les petits animaux microscopiques qui passent à leur portée.

La description que nous venons de donner et la figure 57, C, D, font suffisamment comprendre comment les anciens naturalistes ont pu prendre les colonies de polypes pour des plantes marines et les polypes eux-mêmes pour des fleurs[1].

L'étude du contenu des gonothèques est plus difficile que celle de l'hydranthe, et nous préférons recourir à une description théorique (fig. 57, E).

Au milieu de la gonothèque, le cœnosarque s'élève en forme d'axe charnu, axe qui comprend nécessairement l'ectoderme, l'endoderme et la cavité centrale. Sur cet axe se développent des bourgeons qui, dans leur état le plus simple, ne sont que des saillies arrondies sacciformes de l'endoderme et de l'ectoderme dont le centre est occupé par une petite tige médiane dans laquelle se prolonge la cavité du cœnosarque.

Chacun de ces bourgeons est un *gonophore* (γόνος, rejeton, φέρω, je porte); leur ensemble, comme nous le disions plus haut, constitue le *gonosome*. Chaque gonophore est une individualité distincte qui va devenir mâle ou femelle, produire des spermatozoïdes ou des œufs.

Le développement ultérieur de ces bourgeons sexués offre des degrés multiples; tantôt ils conservent à peu près leurs caractères de bourgeons et se flétrissent sur

---

1. On appelle encore vulgairement les *Actinies* anémones de mer.

place, après avoir fourni les spermatozoïdes ou les embryons ; tantôt, au contraire, les gonophores atteignent une organisation plus complexe, deviennent des êtres libres, nageurs, qui quittent la gonothèque et vont disséminer au loin leurs produits.

Comme exemple de ce dernier cas, du reste fréquent, nous décrirons brièvement ce qui se passe chez la *Campanularia gelatinosa,* forme fort commune que nous avons déjà citée dans ce paragraphe.

Le gonophore né aux dépens de l'axe charnu de la gonothèque développe, à partir de son point d'attache, une sorte de manteau qui, se recourbant plus ou moins en coupe, simule une cloche dont le gonophore représenterait le battant.

Ce gonophore possède une bouche, un tube buccal et une cavité digestive; celle-ci est en communication avec des canaux gastro-vasculaires rayonnants, au nombre de quatre, creusés dans l'épaisseur de la cloche. Quatre glandes génitales, ovaires ou testicules, font saillie à la surface de ces canaux. Les bords du manteau se frangent de tentacules et portent huit vésicules sphériques ou organes sensoriels renfermant chacun un corpuscule solide, arrondi, à couches concentriques (fig. 57, G).

C'est sous cet état que les gonophores se détachent de la tige commune, quittent la gonothèque et nagent librement. En liberté, le prolongement buccal est dirigé en bas; le manteau s'étale en un disque dont les contractions déterminent la progression de l'animal; les

tentacules pendent et flottent le long des bords. Les gonophores ressemblent alors assez bien à de petites ombrelles; ils ont revêtu la forme définitive à laquelle on a donné depuis longtemps le nom de *Méduse.*

Les sexes sont séparés, la petite Méduse est mâle ou femelle. Les œufs semés par les Méduses femelles donnent naissance à des embryons allongés, couverts de cils et nageurs (fig. 57, H, *l*).

L'embryon, qui a mené pendant quelque temps une vie vagabonde, finit par se fixer sur un corps sous-marin, perd ses cils et se ramasse en une petite masse lenticulaire. Puis commence un nouveau phénomène de bourgeonnement. Du centre de la plaque lenticulaire s'élève une tige verticale qui se divise bientôt en branches, sécrète une cuticule, se termine par des calices renfermant des zooïdes nourriciers, et porte des gonothèques où se montrent des gonophores destinés à une nouvelle reproduction sexuelle (fig. 57, H, *h*).

Il y a là, comme on le voit, un autre exemple remarquable de génération alternante à ajouter à celui que nous avons décrit pour le Ténia (page 369).

§ 3.

ACALÈPHES DISCOPHORES, ANTHOZOAIRES, SPONGIAIRES.

Le lecteur fera probablement cette question : les grandes Méduses à bras et à canaux gastro-vasculaires nombreux et ramifiés, telles que l'*Aurelia aurita* (geoorde zeekwal), que la mer rejette si communément sur la côte, sont-elles aussi des formes sexuées de Campanulaires ou d'êtres voisins; et, d'un autre côté, les polypes des polypiers proprement dits, comme le corail, par exemple, représentent-ils une forme agame donnant naissance à des Méduses ?

Non ; mais nous allons tâcher de faire comprendre les relations qui existent entre ces différents types.

Les grandes Méduses (fig. 58, A, B), que nous rencontrons sur la plage, à l'état de larges disques gélatineux, tantôt d'un blanc laiteux *(Aurelia aurita)*, tantôt jaunâtres à dessins bruns ou pourprés *(Cyanea capillata)*, tantôt d'un bleu magnifique *(Rhizostoma Cuvieri)*, comparées aux petites Méduses des Campanulaires, sont de véritables gonophores, mais à organisation plus complexe et à cycle de reproduction différent.

D'une part, en effet, elles se composent aussi d'un polype sacciforme suspendu au centre d'une ombrelle natatoire garnie de tentacules et d'organes marginaux.

Mais, d'autre part, l'ombrelle est plus épaisse, creusée de canaux gastro-vasculaires rayonnants nombreux et

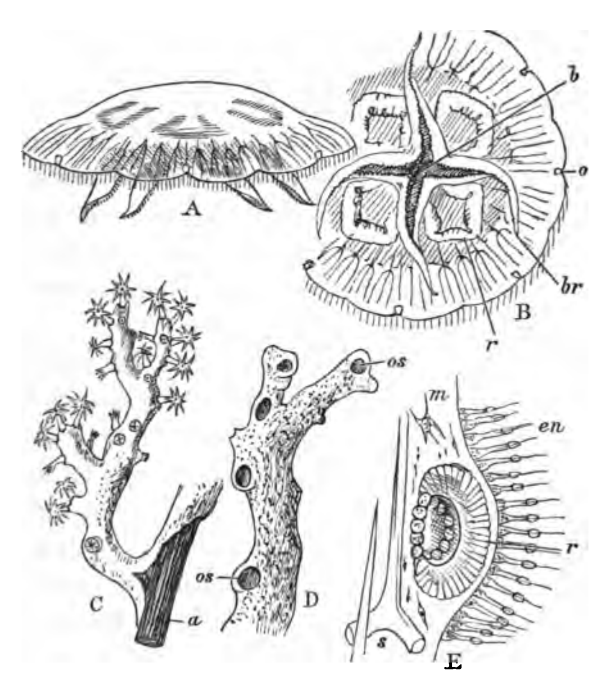
ramifiés, les organes marginaux sont logés dans des enfoncements et protégés par des replis membraneux, la saillie buccale se prolonge en bras distincts; enfin, leurs embryons ciliés ne produisent pas de colonies à zooïdes dimorphes, telles que celles des Campanulaires.

Ou bien, ce qui est rare, le développement est direct, réduit à de simples métamorphoses, sans génération alternante *(Pelagia)*; ou bien, la larve, après s'être fixée, prend la forme d'un petit polype en coupe à orifice buccal muni de tentacules *(Scyphistome)*. Puis le Scyphistome s'allonge, devient un long cylindre divisé transversalement en une série de disques empilés, à bords découpés en lobes *(Strobile)*. Les disques du Strobile se séparent et acquièrent ensuite l'aspect de Méduses complètes.

Quant aux Anthozoaires, comme le corail, les madrépores, ils sont, à la vérité, réunis en général en colonies arborescentes, portent des cercles de tentacules, sont rétractiles dans des loges, etc., et ressemblent aux zooïdes nourriciers des Campanulaires; mais ils sont tous sexués et leur organisation montre que ce ne sont point des hydranthes, mais des gonophores, différant des Méduses et des gonophores des Campanulaires par ce fait que le sac digestif, au lieu d'être en partie saillant, est entièrement refoulé dans l'intérieur du corps et relié aux parois de celui-ci par des cloisons rayonnantes dans l'épaisseur desquelles se développent les éléments reproducteurs.

Le sac digestif d'une Actinie, d'un Polype de corail ou

Figure 58.



A, *Aurelia aurita* nageant.

B, La même, vue par la face inférieure. (D'après nature.)
b, bouche. — *br*, bras buccaux. — *r*, organes reproducteurs. — *o*, organes marginaux.

C, Branche de *Corallium rubrum*. (D'après Milne-Edwards.)
a, axe calcaire.

D, Éponge fibreuse, *Reniera aquæductus*. (D'après nature.)
os, oscules.

E, Coupe au travers des tissus d'une éponge calcaire, *Sycandra compressa*. (Figure réduite d'après Barrois.)
m, mésoderme. — *en*, cellules à flagelles de l'endoderme, — *r*, embryon en voie de développement (amphigastrula). — *s*, spicules.

de Madréporaire, offre, en son fond, une ouverture et communique, ainsi, avec la cavité générale subdivisée en chambres verticales par les cloisons citées plus haut.

Cette cavité cloisonnée se prolonge dans les tentacules qui sont creux, et des canaux, parcourant la substance charnue (coenenchyme) commune aux différents polypes d'une même colonie, permettent le plus souvent aux liquides nutritifs de passer d'un individu aux autres; de sorte, encore une fois, que la nourriture absorbée par quelques polypes profite à tous.

Les produits génitaux tombent dans les chambres que séparent les cloisons rayonnantes, pénètrent dans le sac digestif et sont expulsés par la bouche.

A côté de la reproduction sexuelle, les Anthozoaires présentent une multiplication agame, soit par bourgeonnement, soit par scission longitudinale, qui explique la formation de colonies étalées ou arborescentes.

Il n'existe qu'un petit nombre de formes, les Actinies, par exemple, qui soient dépourvues de productions squelettiques. Chez les autres, la colonie et, souvent même, chacun de ses membres en particulier, sont soutenus par un squelette en grande partie calcaire, le *polypier*.

Des corpuscules ou spicules calcaires de formes diverses, souvent colorés, peuvent s'observer dans toutes les régions du coenenchyme commun du corps des Polypes; mais, en général, il y a concentration de la matière minérale, soit sous forme d'axes, soit sous forme d'enveloppes.

Le premier cas nous est offert par le Corail. Les branches d'un beau rouge qui constituent le corail du commerce, ne sont autre chose que les axes de colonies de *Corallium rubrum*. Ces axes sont enveloppés, chez le Corail vivant, par une couche organique épaisse, creusée de canaux, farcie de spicules et logeant les Polypes (fig. 58, C).

Le deuxième cas s'observe chez les Madréporaires (*Madrepora, Dendrophyllia, Fungia, Astræa,* etc.), ou polypiers pierreux. Ici, la presque totalité du coenenchyme est incrustée de carbonate de chaux, de sorte que tout le polypier a la dureté de la pierre. Non seulement la calcification intéresse la base et les parois latérales de chaque polype, ce qui donne ainsi lieu, pour chacun des individus, à une loge solide ou *thèque,* mais, de plus, des septa-calcaires verticaux, dont le nombre croît avec l'âge, partent de la muraille de la thèque et s'étendent en rayonnant vers l'intérieur.

Il résulte de là qu'un polypier pierreux, débarrassé de la substance organique, ce qui est presque toujours la condition des polypiers de nos musées, offre à la surface de ses branches ou de sa masse, une série de loges, tubulaires ou cupuliformes, espacées ou contigues, régulières ou déformées par compression mutuelle, et dont la cavité est occupée par des lamelles calcaires, parfois très nombreuses, dirigées de la périphérie vers le centre.

Nous laissons à dessein de côté d'autres structures intéressantes, telle que celle des polypiers à axe corné, pour passer directement aux Spongiaires.

Nous ne sommes plus, heureusement, à l'époque où il fallait démontrer que les Spongiaires n'appartiennent pas au règne végétal.

Si nous examinons au microscope un fragment d'éponge usuelle *(Euspongia)*, nous voyons un réseau assez irrégulier de filaments bruns élastiques. Ces filaments, constitués par une substance azotée spéciale, la spongine[1], ne représentent que la charpente de l'éponge.

Dans un très grand nombre d'autres formes qui, on le comprendra immédiatement, ne peuvent être utilisées pour les usages domestiques ou industriels, d'innombrables spicules siliceux, piquant comme des aiguilles, à configurations très diverses, mais constantes et caractéristiques pour chaque groupe ou chaque genre, constituent, soit seuls, soit associés à des fibres de spongine, le squelette du Spongiaire.

La Spongille vulgaire *(Spongilla fluviatilis)*, éponge d'eau douce excessivement commune, formant des revêtements d'un gris verdâtre sur les parties immergées des murailles des quais, des piles des ponts, des pieux, des portes d'écluses, etc., de nos rivières et de nos canaux, fournit un bon exemple de spicules siliceux faciles à observer.

Outre les éponges à charpente simplement élastique et les éponges à spicules siliceux, il existe des éponges

1. Très voisine par sa composition de la Fibroïne, substance organique de la soie proprement dite ou soie des chenilles.

à spicules calcaires et, enfin, des formes complètement dépourvues d'éléments squelettiques.

A part la charpente, le tissu mou d'un Spongiaire vivant est essentiellement formé de cellules de trois natures différentes :

1° Une couche externe de cellules aplaties équivalente à l'ectoderme; elle n'a encore été observée que chez certaines éponges à spicules calcaires; mais elle a une grande importance théorique en ce qu'elle permet de qualifier nettement les éléments sous-jacents.

2° Une masse prédominante (fig. 58, E, *m*), formée par des cellules amiboïdes, c'est-à-dire contractiles, à formes variables, dépourvues de toute membrane cellulaire et paraissant, dans beaucoup de cas, en grande partie fusionnées, de sorte que leurs noyaux semblent épars dans une masse protoplasmique granuleuse commune. Ce tissu cellulaire qui répond à un mésoderme est la couche formatrice du squelette. Il enveloppe les spicules ou les fibres et limite des cavités et des canaux multiples tapissés par les cellules de la troisième catégorie.

3° Ces dernières (fig. 58, E, *en*), qui représentent l'endoderme, ont au contraire des contours très nets et sont caractérisées par ce fait remarquable que chacune se prolonge, à son extrémité libre, en un long flagellum ou cil mobile.

La surface du Spongiaire est, en général, percée de nombreux orifices; les uns, très étroits, *pores inhalants,* servent à la pénétration de l'eau nécessaire à la

respiration et des matières alimentaires; les autres, beaucoup plus larges, bien visibles, souvent situés au sommet de prolongements tubuleux, servent à la sortie de l'eau ; ce sont les *orifices exhalants* ou *oscules*[1] (fig. 58, D, *os*).

Les pores inhalants conduisent ordinairement dans un système de canaux fort nombreux qui traversent en tous sens la masse du Spongiaire. Tantôt ces canaux sont uniformément tapissés par une couche continue de cellules endodermiques dont les flagelles mobiles entretiennent des courants d'eau; tantôt ils se dilatent en certains points en chambres plus spacieuses où le revêtement des cellules flagellées est localisé.

Les canaux aboutissent enfin à des tubes courts ou chambres beaucoup plus larges (cloaques) s'ouvrant au dehors par un orifice de sortie, orifice exhalant (oscule).

Nous avons dit, au début de ce chapitre (§ 1), que les éponges, aussi, peuvent présenter des nématocystes. Ces organes urticants qui existent, d'après les recherches de Eimer, chez les Réniérides, ne sont pas situés à la surface externe où ils n'auraient guère d'effet utile, mais sont surtout nombreux à la face interne des canaux de ces Spongiaires[2].

---

1. Les pores inhalants peuvent être considérés comme des bouches multiples; les oscules, comme des ouvertures cloacales.

2. La nourriture des éponges observées par M. Eimer se composait de petits crustacés. — M. Barrois (*Annales des Sciences naturelles*, VIe série, tome III 1876), a émis des doutes sur la signification des corps observés par Eimer.

Une éponge usuelle, ou la masse irrégulière d'une Spongille fluviatile, représentent-elles un individu ou une colonie? Les Spongiaires les plus simples ou le tout jeune Spongiaire qui résulte de la transformation de la larve, n'offrant qu'une seule cavité centrale et un seul oscule ou orifice exhalant, il est évident que les masses à oscules multiples sont des *colonies* d'individus soudés et en grande partie fusionnés (fig. 58, D).

A côté de différents modes de reproduction agame que nous ne décrirons pas, les Spongiaires présentent une reproduction sexuelle et donnent lieu à des larves ou embryons ciliés qui peuvent passer par une phase transitoire semblable à la gastrula des autres Métazoaires (fig. 58, E, *r*).

§ 4.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES POLYPES.

1° Métazoaires à symétrie radiée, dont les organes, lorsque cette symétrie est bien évidente, sont disposés suivant les nombres 4, 6 ou leurs multiples.

2° La forme générale peut être ramenée à celle d'un sac à double paroi dont la cavité centrale représente la cavité digestive. La paroi externe est l'ectoderme, la paroi de la cavité digestive est l'endoderme. Un mésoderme plus ou moins développé existe entre les deux. L'orifice du sac est ordinairement muni d'une couronne de tentacules.

3° La cavité digestive est en communication avec un système de diverticules et de canaux creusés dans l'épaisseur du corps et dans lesquels circule un liquide nutritif (système gastro-vasculaire).

4° Presque tous possèdent des organes urticants ou nématocystes.

5° Outre divers modes de multiplication par division et surtout par bourgeonnement qui donnent lieu à la réunion fréquente des individus en colonies, les Polypes présentent tous une reproduction sexuelle.

6° Le cycle de reproduction est souvent marqué par le phénomène de la génération alternante; la larve ciliée issue d'un œuf, produisant par bourgeonnement, après certaines métamorphoses, des individus destinés à se reproduire à leur tour par voie sexuelle, et ainsi de suite.

Nous avons cherché à donner, dans le tableau suivant, une subdivision claire du sous-embranchement des Polypes. Nous y avons supprimé tout ce qui était de nature à rendre certaines parties obscures pour les débutants.

Ire CLASSE.

CTÉNOPHORES[1]. (Ribkwallen.)

Polypes nageurs, généralement cylindriques ou ovoïdes, dont le sac digestif, refoulé à l'intérieur, aboutit, au fond, dans une cavité commune s'ouvrant à l'extrémité postérieure de l'animal par deux pores. De cette cavité partent huit canaux disposés suivant des méridiens et remontant vers le pôle buccal. A la surface du Cténophore et recouvrant les canaux en question, existent huit bandes verticales formées de palettes mobiles ciliées résultant de la soudure partielle de grands cils disposés en rangées transversales. Ils possèdent, en général, deux longs filaments latéraux, ou amarres contractiles, chargées de nématocystes. Sexes ordinairement réunis sur le même individu. Reproduction directe sans phase agame.

Quatre formes rencontrées dans la mer du Nord.

Cestum.
Callianira.
Cydippe.
Beroe.

1. Κτὶς, peigne, φέρω, je porte. Polypes nageant à l'aide de bandes de cils disposées en plaques pectiniformes.

II[e] CLASSE.

HYDROZOAIRES. (Hydroméduaires.) (Polypkwallen.)

Polypes fixés ou nageurs, à sac digestif saillant communiquant avec une cavité simp ou des canaux gastro-vasculaires périphériques. Fixés, ils vivent en colonies soutenu par un périsarque chitineux et offrent un dimorphisme remarquable : la colonie étan composée d'individus nourriciers et de zooïdes reproducteurs. Nageurs, ils sont sexués (se déplacent par les contractions d'une ombrelle circulaire. Enfin, il existe des formes qu représentent, à peu près, des associations des deux précédentes. Ce sont des colonies q nagent librement et comprennent des individus nourriciers, de longs filaments préhenseu chargés de nématocystes, des bourgeons sexués et des cloches natatoires. La reproductio offre fréquemment une série de générations alternativement agames et sexuées.

1er ORDRE.

ÉPHES, MÉDUSES.

ozoaires généralement s. Solitaires, sexués. :, presque toujours, roduction alternante, e passant pas par l'état nie hydroïde à zooïdes orphes.

Acalèphes vrais dans du Nord.

SOUS-ORDRE :

LUCERNAIRES.

Petites Méduses fixées par le sommet de l'ombrelle; celle-ci divisée en huit lobes terminés par des groupes de tentacules courts. Reproduction directe ?

Lucernaria. (Kelkpolyp.)

SOUS-ORDRE :

DISCOPHORES, DISCOMÉDUSES, MÉDUSES P. P. D. (Schijkwallen.)

Libres. Ombrelles discoïdes ou en cloches; canaux rayonnants nombreux, souvent ramifiés. Organes marginaux enfoncés dans des dépressions et protégés par des lamelles. Reproduction alternante en passant par un scyphistome et un strobile.

Rhizostoma. (Zeepaddestoel.)
Cassiopeia.
Aurelia. (Zeekwal.)
Cyanea.
Pelagia.

2e ORDRE.

SIPHONOPHORES. (Pijpkwallen.)

lrozoaires nageurs réunis en colonies polymorphes. La colonie itenue par une tige médiane terminée souvent à une de ses exés par un flotteur ou vésicule pleine de gaz. Les bourgeons ou dices que porte la tige sont : des individus nourriciers accoms de filaments préhensiles à nématocystes, des bourgeons méles sexués, enfin des cloches natatoires semblables à des oms de Méduses. Les bourgeons médusoïdes se détachent frénent des colonies, mais il est rare qu'ils se transforment en ses libres. La larve née de l'œuf développe la colonie par ssement et bourgeonnement.

Velella.
Diphyes.
Physalia.
Physophora.

3e ORDRE.

HYDROÏDES. (Hydrapolypkwallen.)

drozoaires en général réunis pendant l'une des s du cycle de reproduction, en colonies fixées. Les ies, ordinairement soutenues par un périsarque ieux, comprennent des zooïdes nourriciers munis ntacules et des zooïdes reproducteurs qui peuvent rver le caractère de simples sacs ou développer une elle, se détacher et nager librement à l'état de s Méduses sexuées.

en a rencontré près de 50 formes sur nos côtes.

Campanularia. (Zeedraad.)
Sertularia. (Tandhorenkoraal.)
Plumularia. (Zeeborstel.)
Tubularia. (Gorgelpijp.).
Eudendrium. (Haarpijppolyp.)
Hydractinia. (Zeerasp.)
Hydra. (Armpolyp.)

III° CLASSE.

ANTHOZOAIRES. (Coralligènes, etc.) (Straalpolypen.)

Polypes fixés, à sac digestif refoulé dans la cavité du corps. Cette cavité est divisée loges par des cloisons rayonnantes. Tentacules buccaux creux et généralement très dé loppés. Organes génitaux internes. Ne passent pas par une forme médusoïde. Le p souvent réunis en colonies arborescentes ou étalées, soutenues par une charpente constit par des axes cornés, des axes calcaires ou provenant, plus fréquemment, de la calcificat presque complète du coenenchyme et des parois des polypes.

IV° CLASSE.

SPONGIAIRES. (Porifères.) (Sponsen.)

Animaux ou colonies d'animaux plus ou moins fusionnés, soutenus, le plus souve par une charpente de fibres élastiques de spongine, de spicules siliceux ou calcaires. Chaq individu présente une cavité principale s'ouvrant à l'extérieur par un orifice (oscul pour la sortie de l'eau et dans laquelle ce liquide pénètre par une série d'orifices beau plus petits (pores inhalants). Colonies creusées de nombreux canaux dirigés en tous se Endoderme représenté par des cellules à flagelles tapissant les canaux ou des chamb spéciales. Nématocystes, quand ils existent, surtout accumulés à la face interne canaux.

1er ORDRE.

HEXACORALLA. (Zoanthaires.)

›mbre des chambres qui entourent le tube digestif ›mbre des tentacules est 6 ou un multiple de 6. , Actinies ont été observées le long de nos côtes.

Caryophyllia.
Oculina.
Mœandrina.
Astrœa.
Fungia.
Madrepora.
Actinia. (Zeeanemoon.)

2e ORDRE.

OCTOCORALLA. (Alcyonaires.)

.ombre de chambres et de tentacules est 8.
s formes dans la mer du Nord.

Tubipora.
Corallium. (Koraal.)
Gorgonia.
Pennatula. (Zeepen.)
Alcyonium. (Doômansduim.)

1er ORDRE.

FIBROSPONGES. (Éponges fibreuses.)

spicules siliceux associés ou non à un réseau de ıts de spongine.
ıs Fibrosponges ont été observées dans la mer du Deux Spongilles habitent nos eaux douces.

Euspongia.
Chalina.
Spongilla.
Reniera.
Euplectella.

2e ORDRE.

CALCISPONGES. (Éponges calcaires.)

elette formé par des spicules calcaires.

Grantia.
Leuconia.
Sycon.

3e ORDRE.

MYXOSPONGES. (Éponges gélatineuses.)

:une production squelettique.

Halisarca.

CHAPITRE XI.

DEUXIÈME EMBRANCHEMENT.

MÉSOZOAIRES

(**μέσος, intermédiaire, ζῶον, animal**).

§ 1.

Les Métazoaires dont nous venons d'esquisser l'organisation, sont des animaux pluricellulaires à tissus différenciés ; ils sont, de plus, tridermiques, c'est-à-dire que leurs tissus ont, pour origines, trois feuillets cellulaires embryonnaires distincts. Les Protozoaires sont, au contraire, comme le lecteur le verra dans le chapitre suivant, des organismes cytodiques ou monocellulaires (pouvant être considérés chacun comme un cytode ou une cellule) et pour lesquels il ne saurait être question, par conséquent, ni de tissus, ni encore moins de feuillets cellulaires primordiaux.

Jusque dans ces derniers temps, on ne connaissait pas, dans la nature vivante, d'êtres intermédiaires entre ces deux groupes, lorsque parut, en 1876, le remar-

quable Mémoire de M. Ed. Van Beneden sur les *Dicyémides*[1].

Le savant professeur de l'Université de Liége, après une étude approfondie des animaux en question, crut pouvoir les considérer comme le trait d'union cherché. Les Dicyémides sont, en effet, des organismes pluricellulaires, par suite supérieurs aux Protozoaires; cependant ils se distinguent nettement des Métazoaires par le fait de l'absence de mésoderme. Ce sont des êtres pluricellulaires, mais didermiques.

M. Ed. Van Beneden considère les Dicyémides comme les survivants actuels d'un groupe autrefois beaucoup plus étendu. C'est-à-dire qu'à des époques géologiques antérieures à la nôtre, l'embranchement des Mésozoaires au lieu de n'être représenté, dans la nature, que par les Dicyémides seuls, comme cela paraît être le cas aujourd'hui, aurait été composé de plusieurs types différents d'animaux didermiques.

Cette conception extrêmement ingénieuse, si elle n'est l'expression d'un fait vrai, ne fut pas accueillie partout avec la même faveur. Malgré la structure des Dicyémides sur laquelle il n'y a plus, je crois, de discussion possible, plusieurs naturalistes ont cherché à rattacher ces animaux aux Métazoaires.

---

1. *Recherches sur les Dicyémides, survivants actuels d'un embranchement des Mésozoaires.* (Bulletins de l'Académie royale de Belgique, tome XLI, n° 6, et tome XLII, n° 7. 1876.)



Au moment où nous écrivons ces lignes[1], le différend n'est pas tranché. Nous hésitons cependant d'autant moins à admettre un embranchement des Mésozoaires, que nous rencontrons un appui dans le passage suivant emprunté à M. Huxley : « Le professeur Van Beneden « a prouvé que ces parasites ne peuvent pas être consi- « dérés « sans façon » comme des Vers ayant subi une « métamorphose régressive et quoique je ne sois pas « disposé à attacher beaucoup de poids à l'absence d'un « mésoderme, sur laquelle Van Beneden insiste comme « une distinction entre les *Dicyemida* et les *Metazoa*, « la manière suivant laquelle le contenu de la cellule « axiale donne naissance au germe est si complètement « différente de toutes celles qu'on connaît dans les « *Metazoa* que, d'après mon avis, elle justifie la sépa- « ration des *Dicyemida* de toute cette division. D'autre « part, la similitude de leur développement avec la for- « mation des embryons métazoïques par épibolie sépare « complètement les *Dicyemida* de tous les *Protozoa*. « Il faut rappeler que les changements subis par les « embryons ciliés restent encore à découvrir ; mais, « provisoirement, je suis disposé à admettre avec Van « Beneden que les *Dicyemida* doivent être considérés « comme les représentants d'une division distincte, les

1. Octobre 1879. Nous prenons date, parce que, vu des occupations multiples, la rédaction de l'ouvrage actuel n'a pu se faire qu'avec une extrême lenteur.

« *Mesozoa*, intermédiaire aux *Protozoa* et aux *Me-*
« *tazoa......*[1] »

§ 2.

LES DICYÉMIDES.

Dans le chapitre consacré aux Mollusques (chap. VI, § 6, page 224), nous avons dit un mot des organes urinaires des Céphalopodes. Ces corps spongieux sont toujours habités par d'innombrables parasites : les Dicyémides. Chaque forme de Céphalopode paraît posséder son Dicyémide caractéristique. Ainsi, le *Dicyema typus* infeste le Poulpe commun; le *Dicyemina Kölli-keriana* se rencontre chez la Seiche, etc.

Comme ces êtres ne sont pas précisément de ceux que le lecteur peut se procurer facilement et, comme leur étude exige des yeux très exercés aux observations microscopiques délicates, nous résumerons brièvement les faits principaux de leur organisation.

Imparfaitement connus depuis 1830, époque où ils furent découverts par Krohn, les Dicyémides ont été longtemps ballottés des Vers aux Protozoaires, et vice versâ.

Ce sont des animaux fort petits, filiformes, revêtus de cils vibratiles et dont le corps se termine, en général,

---

1. *De la classification des animaux invertébrés*, traduction française dans : Revue internationale des Sciences, 15 septembre 1879, p. 261), et Huxley, *A Manual of the anatomy of the invertebrated animals*. London, 1877, p. 676.

à la partie antérieure, par une extrémité renflée en forme de tête.

L'examen attentif d'un de ces curieux parasites montre qu'il n'existe pas de cavité du corps proprement dite et que l'animal se compose : 1° d'une énorme et unique cellule axiale endodermique s'étendant d'une extrémité à l'autre (fig. 59, A et B, *c*); 2° d'une couche superficielle simple de cellules plates ectodermiques dont la face externe est couverte de cils vibratiles (fig. 59, B, *ec*).

Des cellules ectodermiques groupées à la partie antérieure du Dicyémide forment le renflement céphalique, renflement par lequel le Mésozoaire se fixe au corps spongieux du Céphalopode chez lequel il vit. On n'observe aucune trace ni de bouche ni d'autre orifice quelconque.

La locomotion de ces animaux est déterminée par les cils vibratiles superficiels. Ils offrent aussi des mouvements généraux et des changements de forme dus aux contractions du protoplasme des cellules ectodermiques.

La cellule axiale qui n'est pas limitée par une véritable membrane, mais seulement par une couche protoplasmique condensée et qui est partout recouverte par l'ectoderme, renferme, vers son milieu, un grand noyau ovalaire limité par une membrane à double contour et contenant un petit nucléole unique et quelques pseudonucléoles réfringents (fig. 59, B, *n*).

Chez les jeunes Dicyémides, le corps de la cellule axiale endodermique est constitué par un protoplasme

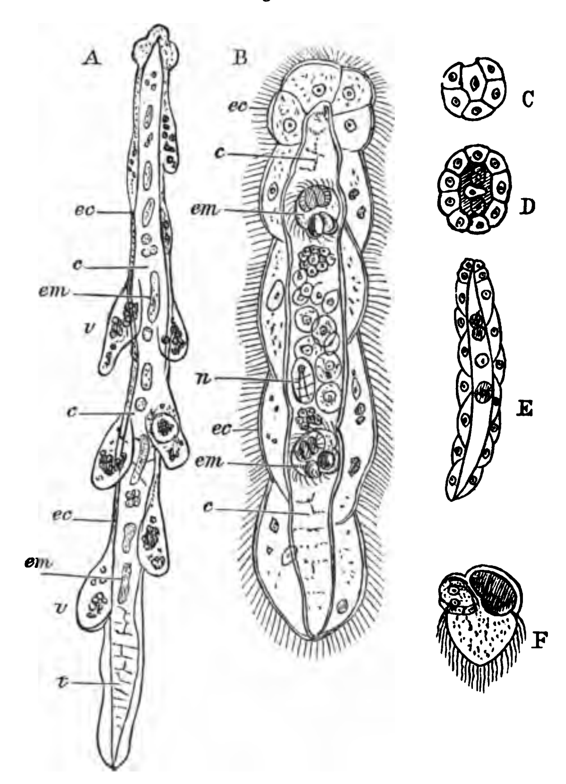
finement granuleux; mais, plus tard, chez les individus plus développés, il renferme de nombreuses vacuoles pleines d'un liquide transparent et séparées par des lamelles ou des traînées de protoplasme formant un réseau irrégulier (fig. 59, A, *t*).

De même que les Protozoaires, les Dicyémides n'ont pas d'organes génitaux; leur reproduction n'est pas sexuelle. Celle-ci se résume en une production endogène de cellules (cellules-œufs) qui, par leur multiplication par division et le groupement des éléments cellulaires qui en dérivent, donnent lieu à des embryons offrant une phase que l'on peut ramener à une gastrula par épibolie (chapitre VI, § 8, page 237); (fig. 59, C).

Nous ne décrirons pas ce développement dont l'étude nous entraînerait forcément à l'exposé de détails que le lecteur ne comprendrait qu'avec difficulté. Mais il est un fait éminemment curieux que nous ne pouvons passer sous silence. Les Dicyémides parasites d'un même Céphalopode produisent deux espèces d'embryons, les uns *vermiformes* (fig. 59, E), les autres ressemblant à des infusoires, comparables à de petites toupies ou à de petites poires ciliées, les embryons *infusoriformes* (fig. 59, F).

Or, non seulement les modes de développement de ces deux formes embryonnaires sont séparés par des différences importantes, mais, de plus, les vermiformes et les infusoriformes sont engendrés par des individus distincts reconnaissables à certains caractères extérieurs. M. Ed. Van Beneden nomme *nématogènes* les

Figure 59.



Dicyema typus du poulpe commun. (Figures imitées d'Ed. Van Beneden.)

A, Individu adulte (nématogène), à un grossissement trop faible pour distinguer les cellules. — *ec*, ectoderme. — *v*, verrues remplies de granulations réfringentes. — *cc*, cellule axiale. — *t*, trainées protoplasmiques circonscrivant des vacuoles. — *em*, embryons vermiformes.

B, Jeune individu rhombogène. — *ec*, cellules ectodermiques. — *cc*, cellule axiale. — *n*, son noyau. — *em*, embryons infusoriformes.

C, Gastrula.

D, E, Phases ultérieures d'un embryon vermiforme.

F, Embryon infusoriforme.

Dicyémides qui produisent les embryons vermiformes. Leur corps est long et grêle, leur cellule axiale se termine en pointe dans le renflement céphalique, enfin, leurs cellules ectodermiques sont plus nombreuses que chez l'autre type.

Le même auteur appelle *rhombogènes* les individus produisant des embryons infusoriformes. Ces individus sont plus larges, moins longs que les premiers; leur cellule axiale se termine en avant par une extrémité arrondie; en outre, le nombre des cellules ectodermiques du tronc est moins considérable.

Le corps d'un Dicyémide, nous l'avons déjà dit, n'offre pas d'ouvertures; aussi les embryons de l'une et de l'autre forme quittent-ils leurs mères en perforant l'ectoderme, souvent du côté céphalique, tantôt en passant entre deux cellules, tantôt parfois en traversant une cellule ectodermique.

Quelle est la destinée des deux formes embryonnaires? M. Ed. Van Beneden a assisté à la transformation des embryons vermiformes en Dicyémides complets, mais n'a point réussi à voir l'évolution finale des embryons infusoriformes. Cependant, en se basant sur ce fait que les embryons vermiformes meurent quand on les extrait des corps spongieux des Céphalopodes, tandis que les infusoriformes vivent parfaitement dans l'eau de mer, on peut admettre que les premiers sont destinés à la multiplication sur place, tandis que les seconds vont transporter le parasite chez de jeunes Céphalopodes non encore infestés.



§ 3.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES MÉSOZOAIRES.

Organismes pluricellulaires constitués de deux espèces de cellules seulement, c'est-à-dire 1° d'une couche de cellules externes périphériques présidant à l'accomplissement des fonctions animales et formant un véritable *ectoderme*, et 2° d'une ou plusieurs cellules internes ou centrales chargées plus spécialement des fonctions végétatives et représentant l'*endoderme*. Dépourvus de cavité du corps, de tissu conjonctif, de vaisseaux, de tissu musculaire et de tissu nerveux. Enfin, se développant à la suite d'une multiplication par division de la cellule-œuf et d'une différenciation des substances de cette cellule en deux couches, l'une périphérique et l'autre centrale[1].

Dans la nature actuelle, les Mésozoaires ou *organismes à deux feuillets* ne sont représentés que par les Dicyémides.

---

1. Imité d'Ed. Van Beneden. (Travail cité plus haut.) La rédaction est, du reste, à très peu près la même.

CHAPITRE XII.

TROISIÈME EMBRANCHEMENT.

PROTOZOAIRES

(πρῶτος, premier, ζῶον, animal).

(PROTOZEN.)

§ 1.

Les dénominations de *Protozoaires* et de *Protistes* ne sont pas synonymes; la première est ancienne et s'applique à un ensemble d'êtres à organisation très simple, mais regardés en général comme animaux. La seconde est toute moderne; elle est due à Ernest Haeckel qui a constitué en *règne des Protistes,* tous les organismes inférieurs (y compris nos Protozoaires) établissant la transition entre les règnes animal et végétal proprement dits[1].

Presque tous les êtres composant l'embranchement actuel des Protozoaires ont été confondus jadis, ainsi que des végétaux inférieurs, des rotateurs, etc., sous

---

1. Nous reparlerons plus loin du règne des Protistes, au § 6.



le nom commun d'*Infusoires*[1]. Ce terme d'Infusoires introduit dans la science par Ledermüller et ne désignant plus, aujourd'hui, qu'une division des Protozoaires nucléés, a pour origine les découvertes d'Antony van Leeuwenhoek[2] qui, en 1675, observa les premiers animaux microscopiques dans des infusions végétales.

Les Protozoaires sont, le plus souvent, des êtres excessivement petits, parasites chez d'autres animaux, ou nageant librement soit dans l'eau douce, soit dans l'eau de mer, visibles individuellement à la loupe ou au microscope et dont la présence ne nous est ordinairement révélée, à l'œil nu, que lorsqu'ils sont réunis en quantité suffisante pour donner aux liquides qu'ils habitent un aspect trouble ou des teintes particulières.

Ce serait cependant une erreur grave que de s'imaginer que la petitesse de la taille constitue un véritable caractère du groupe. Les recherches modernes ont montré qu'il existe des Protozoaires de dimensions relativement grandes, atteignant, par exemple, plusieurs centimètres de longueur ou de diamètre.

Rien ne peut mieux faire comprendre l'organisation de ces animaux que l'étude de quelques formes communes. Préoccupé surtout de la façon graduée dont il

---

1. Ou animaux des infusions.

2. Antony van Leeuwenhock, né à Delft en 1632, mort en 1723, observait à l'aide de microscopes qu'il construisait lui-même. Il a découvert les Infusoires et s'est rendu célèbre par de nombreuses recherches microscopiques remarquables pour l'époque.



faut faire pénétrer les idées premières dans l'esprit du lecteur, nous laissons, pour le moment, de côté l'ordre zoologique et nous abordons les Protozoaires par les Grégarines.

§ 2.

LES GRÉGARINES.

Les Grégarines sont des Protozoaires parasites se rencontrant dans le tube digestif ou dans différentes cavités du corps d'autres animaux, principalement des Arthropodes et des Annélides.

Cherchons d'abord à voir un de ces êtres à l'état de développement complet. A cet effet, ouvrons un Homard récemment tué; enlevons l'intestin moyen[1]; déposons celui-ci, divisé en tronçons, dans un grand verre de montre renfermant quelques gouttes d'eau; fendons les tronçons longitudinalement; raclons l'intérieur avec la lame d'un scalpel et examinons, d'abord à un grossissement faible, l'ensemble des matières visqueuses ainsi extraites.

Il n'est pas certain, mais il est au moins très probable, que l'observateur y trouvera des organismes vermiformes, plats, pouvant atteindre 10 à 15 millimètres de longueur. Ce sont des Grégarines géantes, *Gregarina*

---

1. Il est indispensable de procéder pendant les mois de printemps ou d'été. L'anatomie du Homard est à très peu près celle de l'Écrevisse (voir chapitre VII, § 4, page 296).

gigantea, forme découverte en 1869 par M. Ed. Van Beneden et dont la taille remarquable, pour des animaux de ce groupe, rend les observations assez faciles.

Au microscope, la Grégarine présente tous les caractères d'une énorme cellule indépendante. C'est un être plat, allongé, offrant à son extrémité antérieure une sorte de lobe distinct, ressemblant vaguement à une tète séparée du reste du corps par une constriction et une cloison transversale (fig. 60, A).

Une cuticule mince, que l'on peut comparer à une membrane cellulaire, limite tout le corps extérieurement. On n'y observe ni bouche, ni pores, ni canalicules. Les liquides nutritifs ne peuvent donc être absorbés que par endosmose.

Le contenu ou parenchyme de cet animal uni-cellulaire se montre différencié en une colonne centrale moins transparente, granuleuse, l'*endosarque,* et une zone périphérique claire, l'*ectosarque.* Enfin, caractérisant la cellule, on observe, à peu près vers le premier tiers de la longueur et occupant toute la largeur de l'endosarque, un grand noyau net et clair renfermant un ou plusieurs nucléoles (fig. 60, A, *n*).

De plus, en employant un grossissement suffisant, on peut distinguer, sous la membrane cuticulaire, une couche très mince, offrant des stries transversales, perpendiculaires à l'axe du corps. Cette couche striée et contractile est une couche musculaire[1] semblable à

1. La couche est dite musculaire à cause de sa contractilité caractéristique

celle que l'on connaît chez les Infusoires (fig. 60, B).

Voilà donc un organisme formé par une seule cellule. Il est bien simple, car il ne possède même ni les cils, ni les flagelles, ni les pseudopodes, ni les suçoirs qui se rencontrent chez tant d'autres Protozoaires.

Décrivons brièvement le mode de reproduction des Grégarines : A un moment donné, la Grégarine se raccourcit, se contracte, son noyau disparaît; elle prend l'aspect d'une sphère granuleuse et s'entoure de plusieurs couches sécrétées d'une matière résistante et transparente (fig. 60, C). C'est la période d'enkystement.

Des kystes de Grégarine géante peuvent s'observer dans l'intestin terminal du Homard; mais il est bien plus facile de s'adresser, dans ce but, à la Grégarine du Ver de terre, le *Monocystis agilis*. En ouvrant un de ces Vers, on constatera, neuf fois sur dix, que les vésicules séminales (fig. 52, A, *vs*) sont parsemées de taches rousses ou noirâtres. Ces taches ne sont, la plupart du temps, que des amas de kystes de Grégarines.

Durant la période d'enkystement, la Grégarine se multiplie d'abord par division. Un sillon apparaît à la

---

et d'une certaine différenciation en zones alternatives à propriétés optiques et probablement physiologiques différentes sur lesquelles nous ne pouvons insister ici; mais ce n'est pas un *tissu* musculaire.

Un *tissu* est toujours, soit le résultat direct de l'association de masses nucléées de protoplasme, c'est-à-dire de *cellules*, soit le résultat de la transformation de cellules associées. Or, rien de semblable n'existe ni chez les Grégarines, ni chez les autres Protozoaires.



Figure 60.

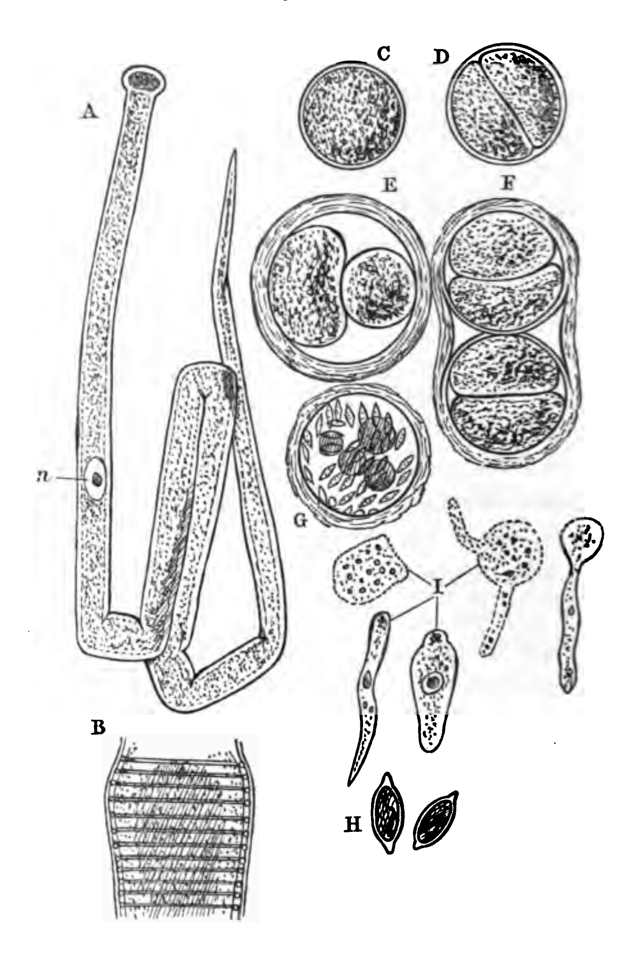


Figure 60.

A, *Gregarina gigantea* du Homard.
(Dessin réduit d'après une figure faite au grossissement de 250.)
n, noyau.

B, Région antérieure du corps d'une Grégarine, montrant les stries transversales de la couche musculaire.

C, Grégarine enkystée.

D, Division en deux.

E, Modification dans la forme des globes.

F, Deux kystes de seconde génération, entourés par les résidus de la capsule du kyste primitif.

G, Kyste de la Grégarine du Lombric, rempli de psorospermies.

H, Deux psorospermies, à un fort grossissement.

I, Phase monérienne et transformations successives.

(Les figures A, B, C, E, F, I, d'après Ed. Van Beneden; G et H, d'après Lieberkühn.)

surface de la sphère, pénètre de plus en plus profondément et divise bientôt celle-ci en deux masses distinctes. La paroi du kyste se désagrège; chacune des masses dérivées prend une forme sphérique, un aspect semblable à celui de la masse primitive et s'enveloppe, à son tour, d'une couche résistante propre. Ces deux nouveaux individus enkystés vont se diviser de leur côté et ainsi de suite, pendant un certain temps (fig. 60, D, E, F).

La production des kystes secondaires terminée, le contenu de chacun d'eux subirait une transformation que plusieurs naturalistes, M. Giard entre autres, regardent, aujourd'hui, comme fort douteuse.

D'après l'ancienne opinion reçue, le contenu des kystes se résoudrait, par division, en un très grand nombre de petits corps fusiformes ou losangiques, à contours très nets, possédant chacun leur enveloppe propre. Ces petits corps que le débutant prend aisément pour des formations cristallines, portent le nom de *psorospermies*[1]. Les psorospermies seraient mises en liberté par la rupture des parois des kystes (fig. 60, G, H).

Enfin, les circonstances étant favorables, les psorospermies laisseraient échapper leur contenu protoplasmique, à l'état de petites masses de protoplasme finement granuleux, absolument privées de noyau,

1. Ψωρός, écailleux, σπέρμα, semence.



changeant de forme, contractiles, constituant, en un mot, de véritables êtres cytodiques[1], des Monères, comparables aux Protozoaires les plus inférieurs, aux *Protamœba* de Haeckel.

Il est fort possible que rien dans cette phase n'appartienne à la reproduction de la Grégarine même. Pour M. Giard, les psorospermies sont des spores de certains champignons *parasites intracellulaires,* vivant dans les kystes de Grégarines comme d'autres formes voisines habitent les cellules épithéliales de la cavité du corps d'Échinodermes, les cellules des reins des Escargots, etc.

Après avoir indiqué ce que cette partie de l'histoire des Grégarines présente encore d'obscur, rentrons dans le domaine des faits acquis à la science : qu'elles proviennent des psorospermies, ou qu'elles dérivent autrement du contenu d'un kyste, les Grégarines de la nouvelle génération sont d'abord de petits corpuscules protoplasmiques sans noyau, ni enveloppe, de vrais cytodes.

Bientôt, suivant M. Ed. Van Beneden, chaque cytode développe deux prolongements qui s'allongent et dans lesquels passe la substance du corps cytodique. Ces deux cylindres protoplasmiques se séparent ensuite pour mener une existence distincte; ils se meuvent à la façon de jeunes Nématodes ; puis, plus tard, leurs

1. Pour le mot *cytode,* voyez page 32.



mouvements deviennent moins vifs; ils se raccourcissent, un nucléole volumineux qui s'entoure d'un corps nucléaire apparait dans chacun d'eux; ils passent à l'état de cellules (fig. 60, I).

Des différenciations nouvelles ont lieu, les cellules formées deviennent plus complexes et prennent enfin la forme de Grégarines.

Dans les phases principales de leur développement individuel, les Grégarines sont donc successivement cytodiques et monocellulaires.

§ 3.

COLPODES, OPALINES ET BALANTIDIUM.

Les trois formes dont nous allons nous occuper sont des *Infusoires vrais*, c'est-à-dire des Protozoaires nucléés et couverts de cils à l'état développé comme à l'état larvaire.

Tout le monde a lu ou a entendu dire que ces organismes fourmillent dans nos eaux douces et dans l'eau de mer, et beaucoup de personnes s'imaginent en avaler des milliers dans un verre d'eau. Cependant, si, se fiant à ces données, le lecteur soumet à l'examen microscopique les eaux employées comme boisson, il ne verra probablement rien[1]; s'il examine l'eau d'une rivière ou

1. Les mystificateurs qui, dans les foires, font voir, à l'aide du microscope solaire, à des spectateurs terrifiés, le prétendu contenu d'une goutte d'eau, ont



de la première mare venue, il sera tout étonné de n'apercevoir que peu d'organismes vivants traversant le champ de son instrument.

Le premier insuccès provient de ce que les eaux de source sont, en général, à peu près pures de matières organiques et n'offrent, par conséquent, pas aux Infusoires les éléments nécessaires à leur nutrition et à leur multiplication. Le deuxième échec tient à la nature essentiellement errante de la plupart des Infusoires. Il faut rencontrer ou déterminer des circonstances favorables pour les observer réunis en grand nombre. Nous allons indiquer les moyens de réussir à peu près à coup sûr pour trois formes très intéressantes.

Colpodes *(Colpoda* [1]*)*. Afin de se procurer des Colpodes, dont la forme la plus commune est le *Colpoda cucullus*, on met dans un vase renfermant environ un demi-litre d'eau, une poignée de foin nouveau de l'année et on laisse macérer ce foin jusqu'à ce que l'eau devienne trouble et répande une odeur désagréable. Toute goutte de cette infusion de foin examinée au microscope renferme des Colpodes, souvent par légions.

En plaçant sous la lamelle de verre qui recouvre la préparation quelques minces débris végétaux entrecroisés, on empêche les individus de sortir trop vite du champ de l'instrument.

---

soin de réunir dans l'instrument une série d'organismes divers recueillis d'avance et souvent un à un.

1. Ou *Kolpoda*.



Ce sont de petits animaux aplatis dont le contour rappelle celui d'une poire; ils nagent, l'extrémité rétrécie en avant, à l'aide d'un revêtement de cils fins recouvrant tout le corps. A la face ventrale et près de l'extrémité antérieure, on observe un orifice en fente transversale: c'est la bouche dont la lèvre inférieure est garnie d'une brosse de cils raides (fig. 61, A, *b*).

Dans le tiers postérieur, ou vers le milieu de la longueur du corps, existe une sphérule transparente semblable à une gouttelette d'eau pure (fig. 61, A, *v*). L'observateur pourra constater que cette sphérule apparaît et disparaît à intervalles réguliers. Il s'agit, en effet, d'une vacuole pulsatile, organe déterminant probablement l'expulsion de produits d'excrétion.

La taille du Colpode du foin est trop minime pour que des commençants puissent soumettre cette forme à un examen plus détaillé; l'étude d'Infusoires plus grands est donc nécessaire; mais avant de l'aborder, il nous faut expliquer l'apparition des Colpodes dans l'infusion végétale, afin de prémunir le lecteur contre toute idée fausse.

Dans les lieux où la chose est possible, les prairies sont soumises à des irrigations durant une partie de l'année; les graminées et autres plantes sont, par conséquent, baignées par de l'eau où nagent des Infusoires parmi lesquels des Colpodes. Pendant la belle saison, lorsque l'eau se retire et s'évapore, les Colpodes deviennent immobiles, se contractent et s'entourent chacun d'une enveloppe mince et résistante; ils s'en-

kystent. Ces kystes restent fixés aux tiges et aux feuilles des végétaux ou sont transportés par le vent avec les poussières de toute nature[1].

Dans les kystes, les Colpodes se multiplient par division, de façon à produire chacun deux ou quatre individus qui se sécrètent souvent des kystes particuliers. L'ancienne enveloppe peut se fendre et mettre ainsi des kystes secondaires en liberté.

Enkystés, les Colpodes conservent pendant longtemps leur vitalité, attendant l'humidité nécessaire pour sortir de leur coque et reprendre la vie active. Vienne une irrigation nouvelle, une pluie d'orage qui les entraîne à la rivière ou à l'étang voisin, et au bout de peu d'instants les Infusoires considérablement accrus en nombre quittent les kystes et nagent avec rapidité. Ainsi, en plaçant du foin dans l'eau, nous avons littéralement semé dans le liquide une grande quantité de kystes de Colpodes.

OPALINES *(Opalina)*. Après avoir tué une grenouille rousse, on ouvre la cavité abdominale, on enlève l'intestin terminal et on vide ce dernier dans un verre de montre renfermant quelques gouttes d'eau. Les excréments, généralement colorés en vert foncé, ayant été quelque peu divisés à l'aide d'aiguilles, on procède à un examen à la loupe.

1. Stein a trouvé des kystes de Colpodes sur des feuilles de bouleau, à 2000 pieds d'altitude. La localité étant sans eau, les kystes n'avaient pu être apportés que par le vent.

Figure 61.

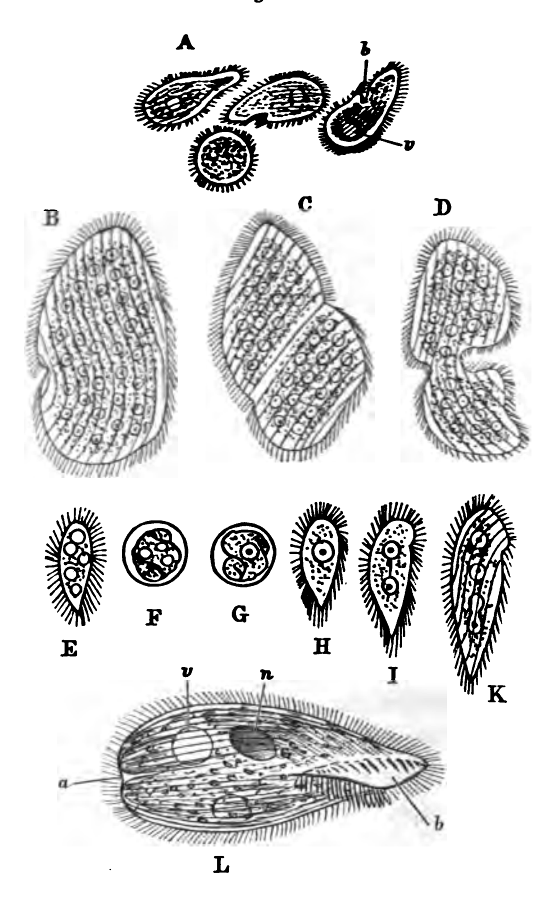


Figure 61.

A, *Colpoda cucullus*, dans différentes positions.
(D'après nature.)

B, *Opalina ranarum*, développée.

C, D, Phases de la multiplication par division.

E, Un des plus petits individus résultant de cette division.

F, Le même, enkysté chez la grenouille.

G, Individu enkysté chez un têtard.

H, Jeune individu ayant quitté le kyste.

I, K, Augmentation de taille, multiplication du noyau.

(Les figures B, C, D, E, F, G, H, I, K sont dessinées d'après Zeller.)

L, *Balantidium entozoon*. (D'après Claparède.)

a, anus.
b, bouche.
v, vésicule pulsatile.
n, noyau.

La première fois, la surprise de l'observateur est vive; en effet, il voit nager, au milieu des débris d'excréments, de grands Infusoires plats atteignant six, sept et même, parfois, huit dixièmes de millimètres de longueur. Ce sont des Opalines *(Opalina ranarum)*, parasites à peu près constants de l'intestin terminal de la grenouille rousse[1].

L'analyse plus détaillée, au microscope composé, permet de constater que l'Opaline dont le corps très aplati est à peu près elliptique (fig. 61, B), est recouverte, comme les Colpodes, de cils mobiles servant à la natation et au renouvellement continuel de l'eau en contact avec l'animal.

M. Ernst Zeller qui a fait en 1877 une nouvelle étude soignée de ces Infusoires parasites[2], admet que le parenchyme n'est pas limité par une cuticule. Une cuticule est cependant incontestablement présente chez beaucoup d'Infusoires. Les cils ne sont pas implantés à sa surface, mais la traversent, naissant, en réalité, du parenchyme sous-cuticulaire.

Chez les Grégarines, nous avons vu que ce dernier est différencié en un endosarque, un ectosarque et une couche superficielle musculaire. Les Infusoires nous offrent une disposition à peu près semblable et, chez les

1. La grenouille verte héberge l'*Opalina dimidiata*. Des formes différentes de celles-ci s'observent chez d'autres batraciens anoures.

2. *Untersuchungen über die Fortpflantzung der ... Opalinen*. (Zeitschr. f. wiss. Zoologie de Siebold et Kölliker, Band XXIX, 1877, page 352.)



Opalines en particulier, la couche contractile musculaire déterminant les mouvements généraux du corps est très nettement visible; elle est formée de bandes claires longitudinales séparées par des traits obscurs.

L'ectosarque est chargé de granules fins et nous cache l'endosarque qui, chez les Infusoires, est ordinairement clair, beaucoup plus liquide. Plusieurs auteurs, entre autres Greef, Claparède et Lachmann, ont regardé l'endosarque comme une cavité digestive pleine de chyme fluide.

Les Infusoires sont des êtres monocellulaires, mono ou pluri-nucléés. Les Colpodes et la plupart des animaux en question ne possèdent qu'un seul noyau; les Opalines constituent, au contraire, un exemple remarquable de Protozoaires à noyaux multiples. Ceux-ci qui, ainsi que l'a découvert Engelmann[1], et comme nous allons l'expliquer dans un instant, augmentent en nombre avec l'âge de l'individu, sont, chez les grandes Opalines, disposés en files longitudinales parallèles[2].

Il est ordinairement admis, quoique le fait ait été contesté dans ces derniers temps, que les noyaux sont toujours logés dans l'ectosarque.

---

1. *Onderzoekingen over outwikkeling en voorplanting van Infusoria.* Utrecht, 1875.

2. C'est à dessein que nous ne parlons ni de la différenciation de l'élément nucléaire des Infusoires en noyau (endoplaste) et nucléole (endoplastule), ni du caractère probablement femelle du premier et mâle du second, ni du phénomène de la conjugaison. Traités brièvement dans un ouvrage élémentaire, ces sujets resteraient fatalement incompris.



Les Opalines constituent une autre exception parmi les Infusoires; elles n'ont ni bouche, ni anus, ni vésicule pulsatile.

Comme tous les autres Protozoaires, elles ne possèdent point d'organes génitaux dans le sens strict de ce terme. Leur reproduction est asexuelle. Voici, du reste, en peu de mots, d'après M. Zeller, les phases successives de la reproduction de l'*Opalina ranarum*.

Arrivée à une taille suffisante, l'Opaline se divise en deux, suivant une ligne oblique (fig. 61, C). Chacune des moitiés prend les caractères d'un individu complet, mais plus petit, puis se divise de nouveau en deux et, cette fois, transversalement (fig. 61, D). Cette division transversale se répète et donne lieu à une série d'Opalines fort petites, n'ayant plus chacune que quelques noyaux (fig. 61, E). En cet état, ces animaux se contractent, deviennent sphériques et s'entourent d'une enveloppe mince, en un mot s'enkystent (fig. 61, F).

Au commencement du printemps, ces kystes sont expulsés avec les excréments de la grenouille et sont avalés par les têtards. Dans l'intestin terminal des larves de batraciens, les kystes se rompent et les jeunes Opalines redeviennent libres. Leur noyau est alors unique (fig. 61, G, H). Les Opalines croissent, s'allongent, leur noyau se multiplie par division et produit d'abord ainsi une série de corps nucléaires disposés en ligne longitudinale (fig. 61, I, K); puis ceux-ci se multipliant, à leur tour, dans le sens latéral, fournissent les autres séries parallèles de noyaux,

Balantidium. L'examen du contenu, non seulement de l'intestin terminal, mais aussi de l'intestin moyen des divers amphibies du pays, grenouilles ou tritons, permet d'observer un autre type d'Infusoire, la forme *Balantidium* (*Balantidium duodeni* et d'autres).

Les *Balantidium* (fig. 61, L) ne sont pas comprimés; leur corps est renflé en arrière, aminci en avant; ils sont, comme les précédents, revêtus de cils fins. Leur bouche se trouve placée au fond d'une fosse ou gouttière allongée, légèrement courbée en arc et dont les bords (celui de gauche, surtout) sont garnis de cirrhes en frange serrée. La vésicule contractile est située dans la région postérieure. Le noyau est ovalaire. L'anus est terminal et apparaît sous l'aspect d'une fente étroite au moment de l'expulsion des excréments.

Ce qui précède suffit pour donner une idée de l'organisation des Protozoaires nucléés. Nous renvoyons pour les caractères principaux des différents types au tableau qui termine ce chapitre.

§ 4.

PROTOZOAIRES CYTODIQUES[1].

Les Protozoaires incontestablement cytodiques ou *monères*, représentent l'état le plus inférieur de la vie animale. Ce sont les êtres chez lesquels les différenciations anatomiques et physiologiques sont poussées le moins loin.

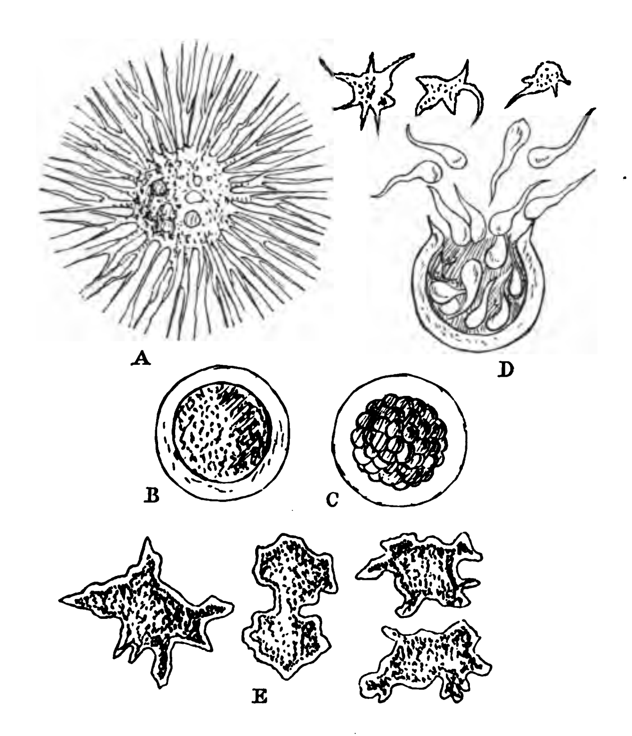
La totalité du corps ne consiste qu'en une masse de protoplasme sans noyau, sans vésicule contractile. On y distingue seulement une couche externe plus claire, plus dense, l'*ectosarque,* et une matière interne chargée de granules et paraissant liquide, l'*endosarque.* Les seuls organes visibles, si l'on peut appeler cela des organes, sont des appendices protoplasmiques simples ou ramifiés émis par l'ectosarque et dans lesquels l'endosarque se prolonge en traînées axiales (fig. 62, A, E).

Ces prolongements ou *pseudopodes* (ψευδής, faux, *πούς,* pied), tantôt filiformes et produisant alors facilement des réseaux périphériques, tantôt larges et obtus, s'allongent ou se rétractent; leur substance, dans ce dernier cas, se fusionnant de nouveau avec la masse générale du cytode.

---

1. Les *Radiolaires*, que l'on a considérés comme cytodiques, paraissent, d'après les recherches récentes, être intimement liés aux *Héliozoaires* et constituer, par conséquent, avec ceux-ci, une subdivision des Protozoaires nucléés; le groupe des cytodiques vrais se réduit ainsi aux monères.

Figure 62.



A, *Protomyxa aurantiaca.*

B, Plasmodium de *Protomyxa* enkysté.

C, Le contenu du kyste s'est segmenté.

D, Kyste rompu, laissant échapper des spores à prolongement flagelliforme; transformation de ces spores en myxopodes.

E, Multiplication par division de la *Protamœba primitiva.*

(Figures imitées de Haeckel.)

M. Huxley a proposé le nom de *Myxopodes* pour les organismes se mouvant à l'aide de pseudopodes. Le Myxopode se déplace en faisant adhérer ses prolongements aux corps solides et en entraînant ensuite par contraction le reste de la masse protoplasmique. C'est aussi à l'aide des pseudopodes que le Myxopode s'empare des Diatomées, des Infusoires et des autres êtres qui lui servent de nourriture. Chaque point de la surface, aussi bien du réseau formé par les pseudopodes entrelacés et soudés autour de la proie, que du corps même du Protozoaire, peut englober des aliments et les digérer. La digestion terminée, les résidus sont expulsés, en traversant une région quelconque de l'ectosarque.

Tantôt la reproduction est précédée du phénomène de l'enkystement *(Vampyrella, Myxastrum, Protomonas, Protomyxa, etc.)* Dans ce cas, le contenu du kyste se segmente en général en plusieurs portions qui, ou bien peuvent reproduire directement la forme du parent, ou bien passent d'abord par une forme mobile nageant à l'aide d'un filament ondoyant ou flagellum, puis acquièrent ultérieurement des pseudopodes et prennent l'aspect du Myxopode primitif (fig. 62, B, C, D).

Tantôt la reproduction, encore plus simple, se réduit à une division, par étranglement, de la masse protoplasmique en deux cytodes plus petits, à existence propre et destinés à se reproduire à leur tour de la même façon, après avoir acquis graduellement une taille voisine de celle de l'individu mère. (*Protogenes, Protamœba,* fig. 62, E.)

Tous ces Protozoaires cytodiques sont des êtres aquatiques, la plupart du temps microscopiques. Certaines formes peuvent s'associer soit par entrelacement de leurs pseudopodes, soit par fusion des corps eux-mêmes en une masse ou *plasmodie* commune d'un volume parfois très grand. Ainsi l'on a constaté que la boue ou vase calcaire des mers profondes (Huxley), la vase des mers polaires (Bessels), la boue dans les eaux douces (Greef), cachent des masses considérables de protoplasme vivant, à mouvements amiboïdes, que l'on désigne respectivement sous les noms de *Bathybius*, *Protobathybius* et *Pelobius*.

§ 5.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES PROTOZOAIRES.

Organismes cytodiques ou monocellulaires dont toutes les parties ne résultent jamais que de la différenciation d'un cytode ou d'une seule cellule.

Le protoplasme qui constitue leur substance se décompose, en général, en plusieurs couches emboîtées; il peut exister une cuticule, une couche striée contractile ou couche musculaire, une couche protoplasmique superficielle ou ectosarque, une masse protoplasmique interne ou endosarque.

Le protoplasme peut être soutenu par un squelette interne ou externe, calcaire, siliceux ou organique. Beaucoup de formes présentent des orifices faisant

fonction de bouche, d'anus; les unes se meuvent par les contractions de leur couche musculaire ou par le battement de cils; d'autres émettent des suçoirs ou des pseudopodes; mais, toujours, quelle que soit la complication des parties ou des organes, ceux-ci ne sont que des portions plus ou moins différenciées du cytode ou de la cellule.

En d'autres termes, la structure du Protozoaire le plus complexe ne comporte pas d'association d'éléments histologiques à laquelle on puisse donner le nom de tissu.

Ire SECTION.

PROTOZOAIRES NUCLÉÉS.

Organismes monocellulaires à structure parfois compliquée, offrant un noyau, soit unique, soit différencié en plusieurs parties.

1er SOUS-EMBRANCHEMENT.

CILIFÈRES. (Ciliates.)

Protozoaires nucléés limités extérieurement par une cuticule et revêtus, soit à l'état larvaire seulement, soit pendant toute la vie, de cils mobiles de différentes espèces disposés, en général, d'une manière très régulière.

Ire classe : ACINÈTES. (ou Tentaculifères.)

Dépourvus de revêtement ciliaire à l'état développé, vivant alors fixés en parasites sur des végétaux ou des animaux aquatiques, soit d'une façon cessile, soit par un pédicule. Possédant des suçoirs en forme de tentacules presque toujours rétractiles. Ciliés et nageurs à l'état embryonnaire ou larvaire. Reproduction par division spontanée, par bourgeons externes, par embryons internes dérivant, par gemmation, du noyau et du corps protoplasmique, enfin par embryons internes formés, par voie endogène, dans des diverticules spéciaux.

Formes d'eau douce et d'eau de mer. Huit formes marines du littoral belge ont été décrites par M. Fraipont.

Podophrya.
Acineta.
Ophryodendron.

IIe classe : INFUSOIRES P. P. D. (Infusoires ciliés des auteurs). (Infusorien.)

Revêtus de cils à tous les âges, sans suçoirs; possédant une ouverture buccale, une ouverture anale et deux espèces d'éléments nucléaires (endoplaste et endoplastule). Reproduction, précédée ou non d'enkystement, par division spontanée, par bourgeons externes (par bourgeons internes?)[1].

Un peu plus de 50 formes ont été signalées par Maitland dans la faune hollandaise. 35 formes de Vorticellines observées en Belgique ont été décrites par D'Udekem.

Vorticella (Klokdiertje).
Euplotes (Snelzwemmer).
Balantidium.
Bursaria (Zakdiertje).
Colpoda.
Trachelius.
Opalina (Trildiertje).

1. Nous avons déjà dit que dans un ouvrage aussi élémentaire que celui-ci nous ne voulions pas toucher à la question de la sexualité des Infusoires.

IIe SOUS-EMBRANCHEMENT.

FLAGELLIFÈRES. (Flagellates.)

Protozoaires nucléés avec ou sans revêtement cuticulaire, se déplaçant à l'aide d'un ou plusieurs longs filaments mobiles ou flagelles ; portant parfois, en outre, des cils disposés en ceinture. Point de bouche constamment béante comme celle des Infusoires, quoiqu'il puisse exister un orifice pour la pénétration des aliments. Semblent ne posséder qu'une seule espèce d'éléments nucléaires.

Ire CLASSE : CILIOFLAGELLÉS.

Flagellates possédant, outre un ou plusieurs flagelles, une ceinture de cils garnissant le bord d'un sillon transversal. Munis, en général, d'une enveloppe résistante portant ou non des appendices en forme de cornes. Reproduction par division après enkystement.

Maitland a indiqué deux formes dans la faune hollandaise.

- *Ceratium.*
- *Peridinium.*

IIe CLASSE : NOCTILUCIDÉS. (Zeevonken.)

Flagellates phosphorescents, limités par une cuticule résistante et munis d'un appendice mobile en forme de prolongement long, délié et strié transversalement. A la base de l'appendice, un orifice buccal accompagné sur un de ses côtés d'une crête dure et dentiforme. Rendent à certains moments la surface de la mer phosphorescente. Reproduction par division et par germes nageurs munis d'un flagellum.

- *Noctiluca* (Zeevonk).

IIIe CLASSE : FLAGELLÉS.

Flagellates possédant un ou plusieurs flagelles, mais point de cils. Reproduction par division précédée ou non d'enkystement. (La place réelle de ces organismes est encore sujette à discussion.)

- *Euglena* (Bontoog).
- *Astasia.*
- *Peranema*, etc.

ANNEXE : CATALLACTES.

Groupe intermédiaire entre les Flagellates et les Rhizopodes amorphes. Petites cellules ciliées pyriformes, effilées à l'une des extrémités, garnies de cils à l'autre. Généralement réunies en groupes sphériques, toutes les extrémités atténuées étant tournées vers le centre de la sphère et la colonie nageant à l'aide des cils qui couvrent les pôles opposés tournés vers la périphérie. Après s'être séparées et avoir erré comme de vrais Flagellates, les cellules passent à l'état d'organismes amiboïdes rampants, s'enkystent et produisent, dans le kyste, une nouvelle colonie sphérique qui rompt ses enveloppes et nage de nouveau.

- *Magosphæra.*

IIIe SOUS-EMBRANCHEMENT. APODES. (Grégarinides.)

Vermiformes ; cytodiques pendant les premières phases du développement libre ; monocellulaires à l'état complet ; à noyau unique ; sans suçoirs, sans cils, sans flagelles. Vivant en parasites dans le tube digestif ou différentes cavités du corps d'autres animaux. Reproduction par division précédée d'un enkystement. Les germes passent par une phase monérienne ou cytodique.

- *Gregarina.*
- *Monocystis.*

IVe SOUS-EMBRANCHEMENT.

RHIZOPODAIRES. (Lobvoeten.)

Protozoaires nucléés à un ou plusieurs corps nucléaires, sans cils ni flagelli et dont le corps protoplasmique émet des prolongements mobiles et contractil ou *pseudopodes*. Ils sont, en général, protégés soit par une coquille de nat organique ou calcaire, soit par un squelette siliceux.

Ire CLASSE : THALAMOPHORES[1]. (Vulgairement *Foraminifères.*)

Rhizopodaires à enveloppe extérieure sécrétée, sous forme de simple couche membraneuse, de capsule chitineuse, ou, le plus souvent, de coquille calcaire. A pseudopodes ordinairement longs, fins, déliés, disposés comme des rayons visqueux, susceptibles de se fusionner par le contact et offrant, dans leur intérieur, des courants de granules. Un très grand nombre de formes fossiles ; parmi elles, les *Eozoon*, constituent, dans l'état actuel de la science, les êtres animaux les plus anciens ayant laissé des traces de leur existence.

MM. Vanden Broeck et Miller ont indiqué 86 formes vivantes pour le littoral belge.

Quinqueloculina.
Trochamina.
Lituola.
Gromia.
Arcella.
Difflugia.
Textularia.
Globigerina.
Nonionina, etc., etc.

IIe CLASSE : RADIOLAIRES[2].

Rhizopodaires dont le corps protoplasmique est partagé par une capsule membraneuse et poreuse en deux parties ; l'une extra-capsulaire, périphérique, non nucléée, l'autre intra-capsulaire, centrale, renfermant un seul noyau ou une série de nombreux petits noyaux. Pseudopodes pointus, ramifiés, a circulation de granules. Très fréquemment un squelette siliceux formé de spicules ou constituant une enveloppe treillissée. La reproduction semble toujours avoir lieu par division du corps en embryons unicellulaires munis d'un seul flagellum.

Un nombre prodigieux de formes à squelette siliceux peuple le fond des mers profondes.

Actinophrys.
Actinosphærium.
Collosphæra.
Acanthometra.
Heliosphæra.
Aulacantha.
Thalassicolla, etc., etc.

IIIe CLASSE : RHIZOPODES AMORPHES. (Slijmdiertjes.)

Rhizopodaires nus. changeant de forme (amiboïdes), à un ou plusieurs noyaux, possédant une ou plusieurs vésicules contractiles. Émettant des pseudopodes à contours nets, rarement fins, en général larges, à extrémité obtuse et privés de courants de granules. Habitent l'eau douce, l'eau de mer, la terre humide. Multiplication par simple division, parfois après enkystement.

Amœba (Amibe) (Slijmdiertje).
Podostoma.
Petalopus.

1. Θάλαμος, lit, habitation, coffre. — 2. Dans le sens général qu'il faut attribuer à ce terme, depuis les recherches récentes.

IIe SECTION.

PROTOZOAIRES CYTODIQUES.

SOUS-EMBRANCHEMENT UNIQUE.

MONÈRES.

Organismes cytodiques (sans noyau), privés de tout organe visible, à l'exception des pseudopodes. Reproduction précédée ou non d'enkystement et consistant en une division du corps protoplasmique en deux ou plusieurs parties qui, ou bien revêtent immédiatement l'aspect de l'individu mère, ou bien passent par un état transitoire pendant lequel les germes nagent à l'aide d'un appendice mobile ou flagelle.

(M. Haeckel range, parmi les Monères, les *Bactéries* ou *Schizomycètes*. Nous reparlerons plus loin de ces organismes.)

Vampyrella.
Myxastrum.
Protomonas.
Protomyxa.
Myxodictium.
(Bathybius, *Protobathybius*, *Pelobius.)*
Protogenes.
Protomœba[1].

1. Une partie de la classification des Protozoaires est empruntée au travail déjà cité de M. Ed. Van Beneden sur les Dicyémides.

§ 6.

LE RÈGNE DES PROTISTES.

E. Haeckel, frappé de l'impossibilité de tracer une limite nette entre les deux règnes animal et végétal, impossibilité que nous avons fait ressortir dès les premières pages de ce livre (chapitre I[er]), a voulu, dans un but purement pratique, trancher la difficulté par la constitution d'un troisième règne, celui des *Protistes,* intermédiaire entre les deux autres.

Dans cette conception, le règne animal serait composé de tous les êtres que nous avons décrits sous les noms de Métazoaires et de Mésozoaires et auxquels s'applique exactement la définition de l'animal reproduite page 18; le règne végétal comprendrait de même tous les êtres végétaux sur la qualité desquels il ne saurait y avoir de doutes; quant au règne des *Protistes* (ou des *organismes neutres primordiaux*), il se composerait de tous les organismes inférieurs mono ou polycytodiques[1], mono ou pluricellulaires[2] qui, possédant un mélange des caractères physiologiques simples des animaux et des végétaux proprement dits, établissent, en fait, une transition des premiers aux seconds.

Nous énumérons, ci-dessous, les types principaux que

1. Le *Mycelium* des champignons est polycytodique.

2. La *plasmodie* des Myxomycètes doit être regardée comme un organisme pluricellulaire.



Haeckel groupe sous la dénomination de Protistes. On y voit, intercalés entre les Protozoaires cités dans les §§ 2, 3, 4, 5, certains organismes dont nous donnons les noms en italique et sur lesquels le lecteur trouvera plus bas quelques mots d'explication.

1. Monères { Monères du tableau de la page 472; *Bactéries, Vibrions;*
2. Rhizopodes amorphes;
3. Grégarines;
4. Flagellés;
5. Catallactes;
6. Infusoires;
7. Acinètes;
8. *Labyrinthulés;*
9. *Diatomées;*
10. *Champignons;*
11. *Myxomycètes;*
12. Thalamophores;
13. Radiolaires.

N° 1. Les êtres nommés vulgairement *Bactéries, Vibrions,* etc. (*Tachymonères* de Haeckel, *Schizomycètes* des botanistes) sont les plus petits des organismes cytodiques. Ils affectent, le plus souvent, la forme de bâtonnets ou de filaments et présentent des mouvements ondulatoires, vibratoires ou d'oscillation vifs, probablement toujours dus à l'existence de fouets délicats ou flagelles. Leur reproduction a lieu ordinairement par division transversale.

Les Bactéries fourmillent dans les liquides organiques en putréfaction : elles y jouent le rôle de ferment, comme la levure dans la fermentation alcoolique[1]. Leur étude a pris, dans ces derniers temps, une très grande importance, depuis qu'il est démontré que les maladies infectieuses ou virulentes, telles que la rougeole, la scarlatine, la variole, la morve, la fièvre jaune, le typhus, la peste bovine, etc., sont le résultat des désordres causés par la présence et la multiplication, dans les tissus ou les liquides du corps, d'organismes microscopiques.

Dans tous les cas où ces virus vivants ont pu être étudiés et suivis dans leur évolution, on a vu que chaque maladie virulente avait sa Bactérie (ou forme

1. *Mycoderma aceti,* mère de vinaigre, provoquant la transformation de

voisine) distincte transmiscible, vu son extrême petitesse, d'individu à individu, avec une facilité malheureusement très grande.

N° 8. Les *Labyrinthulés* vivent en colonies ; ce sont des colonies fusiformes lâchement unies par un réseau de filaments produits par les cellules elles-mêmes. Ces Protistes, qui sont marins, se reproduisent par division en quatre, après un enkystement dans lequel, non seulement chaque cellule est entourée d'une membrane, mais la colonie entière est enveloppée d'une capsule commune.

Quant aux n°s 9, *Diatomées,* 10, *Champignons,* 11, *Myxomycètes,* ces organismes étant en général considérés, quoique peut-être à tort, comme végétaux, le lecteur trouvera tous les détails qui les concernent dans les traités généraux modernes de botanique.

§ 7.

GÉNÉRATION SPONTANÉE.

(Hétérogénie [1], Archebiosis [2]).

Les premiers observateurs qui se servirent du microscope pour l'étude des organismes inférieurs, découvrant des Infusoires, des Protozoaires flagellés, des Myceliums de champignons, etc., dans des infusions de matières végétales ou animales, et constatant, de plus, que ces

---

l'alcool dilué en vinaigre ; *Bacillus subtilis,* déterminant la fermentation butyrique ; *Bacterium termo,* ferment de la putréfaction des infusions végétales et animales ; *Micrococcus ureae,* ferment de l'urine ; *M. vaccinae,* dans le vaccin ; *M. septicus, M. diphtericus, Bacillus anthracis,* caractérisant des maladies déterminées, etc.

1. Ἕτερος, différent, γένεσις, génération.

2. Ἀρχή, origine, βίος, vie.

êtres microscopiques ne se montraient, en général, dans les infusions, qu'au bout d'un certain temps, furent assez naturellement amenés à croire à leur formation sur place ou *génération spontanée.* Soit que ces organismes se formassent par le groupement spontané de molécules organiques, sans le concours d'un autre être vivant (formation *agénétique* de Milne-Edwards); soit que des portions d'une plante ou d'un animal dissociées par la macération, ayant participé à la vie de cette plante ou de cet animal, eussent conservé la faculté de vivre et de se développer à leur tour comme des individualités distinctes (formation par *nécrogénie* de Milne-Edwards).

Plus tard, de grands progrès réalisés dans la construction du microscope composé, eurent comme conséquence de nombreuses recherches sur l'organisation et les divers modes de reproduction des êtres vivants dont la petitesse avait été, jusque là, un obstacle aux observations de détail. Les nouvelles connaissances acquises permirent d'expliquer d'une manière nette, par le transport de kystes ou de spores, l'apparition, dans les liquides, d'Infusoires ou de Cryptogames, et la discussion sur l'existence ou l'absence d'une génération spontanée fut presque entièrement restreinte, dans ces dernières années, aux origines possibles des Protistes les plus petits, les *Tachymonères* ou *Schizomycètes* (Bactéries, Vibrions, Spirillum, etc.).

Pendant ce temps, la génération spontanée avait subi d'autres assauts en apparence décisifs; des expériences

répétées de Spallanzani (1777), de Schultze (1836), de Schwann (1837), de Schrœder et Dusch (1854), de Claude Bernard (1858), etc., semblèrent démontrer que les germes d'une foule d'organismes inférieurs flottent dans l'air et qu'il suffit, pour éviter le développement de ces organismes dans les infusions : 1° de tuer par une ébullition préalable les germes provenant des parois du vase ou d'autres sources et que le liquide peut déjà renfermer avant les débuts de l'expérience ; 2° soit de fermer hermétiquement les récipients, soit de n'y laisser pénétrer que de l'air privé de germes en lui faisant traverser un tube, chauffé au rouge, ou coupé par des renflements pleins d'acide sulfurique, ou, plus simplement, muni d'une sorte de filtre constitué par des tampons d'ouate[1].

On pouvait croire la question tranchée, lorsque, en 1858[2], MM. Pouchet et Joly lui rendirent une nouvelle importance en publiant les résultats d'une série d'expériences destinées à prouver la réalité de la génération spontanée. Ils furent combattus pas à pas par M. Pasteur qui, dans de nombreux travaux variés, démontra : 1° que les germes des organismes des infusions flottent

1. La préparation des conserves alimentaires en boites repose sur les mêmes principes. Les légumes frais ou les viandes sont mis dans des boites de fer blanc que l'on ferme hermétiquement par un couvercle soudé. Ces boites sont ensuite chauffées au bain-marie à une température de 100°, qui tue les germes qu'elles contenaient. L'occlusion hermétique empêche l'accès de l'air et, par conséquent, de germes nouveaux.

2. Et pendant les années suivantes jusqu'en 1863.

bien réellement dans l'atmosphère; 2° que, dans l'air très pur, comme celui qui entoure les sommets des hautes Alpes, les germes manquent ou sont très rares; 3° que l'on peut recueillir les germes en quantité par filtration[1]; 4° que les infusions soustraites à leur influence ne fournissent pas d'organismes; 5° que l'introduction, dans des infusions jusque-là vierges, des poussières obtenues par filtration d'air, détermine, à coup sûr, l'apparition d'organismes microscopiques; 6° et ceci est, peut-être, le fait pratique le plus important à considérer, que les germes existent en quantité telle et sont si abondamment répandus partout, qu'il faut des précautions infinies et des plus minutieuses pour les éviter[2].

Enfin, dans ces derniers temps, de 1871 à 1877,

---

1. En faisant passer, à l'aide d'une aspiration convenable, l'air du Parc de Montsouris, au travers d'un petit appareil renfermant de l'eau glycérinée, mélange visqueux dans lequel venaient se coller des germes flottants, M. Miquel est arrivé, entre autres, à ce résultat que le nombre des organites en suspension peut varier de 500 à 120 000 par mètre cube d'air. (*Comptes rendus*, Académie sc. Paris, tome LXXXVI, 1878.)

2. Citons quelques-unes des précautions essentielles : Les vases en verre sont préalablement *flambés*, c'est-à-dire chauffés à sec, à une température assez élevée, en les promenant au dessus d'une flamme de gaz; les liquides à expérimenter y sont introduits par *aspiration;* les communications avec l'air libre sont coupées par des *tampons de coton;* les liquides organiques sont chauffés non à 100°, ce qui ne suffit souvent pas, mais à 110° au bain de chlorure de calcium; enfin, la fermeture des vases doit se faire par *fusion du col, à la lampe*.

M. Charlton Bastian a réentamé la lutte avec conviction et énergie; mais, de nouveau, des expériences rigoureuses de M. Pasteur et de l'illustre physicien Tyndall qui eut l'heureuse idée d'opérer dans des caisses, ou laboratoires minuscules, dont l'air, abandonné longtemps au repos, s'était dépouillé complètement des germes par dépôt lent de ceux-ci sur les parois enduites de glycérine, mirent hors de doute et les causes d'erreur que M. Bastian n'avait pu éviter, et l'absence de toute production d'organismes dans les liquides soustraits aux corpuscules charriés par l'atmosphère.

Telle est, en résumé, la situation scientifique du moment qu'on peut formuler ainsi : *Dans l'état présent du monde physique et d'après les recherches soignées faites avec les moyens actuels d'observation, la génération spontanée n'existe pas.*

CHAPITRE XIII.

TRANSFORMISME.

(THÉORIE DE L'ÉVOLUTION, THÉORIE DE LA DESCENDANCE, DARWINISME, HAECKELISME.)

§ 1.

Quelque étranger que le lecteur ait pu rester, jusqu'à l'examen de notre livre, à tout ce qui touche aux sciences biologiques, il doit avoir entendu citer l'un des noms placés en tête de ce chapitre; il aura rencontré çà et là quelques lambeaux tronqués concernant cette conception déjà ancienne, en germe dans les écrits de l'antiquité, timidement avancée par Buffon, énergiquement soutenue par Lamarck (1801), et qui, mise récemment en lumière, avec éclat, par Charles Darwin et Ernest Haeckel, à une époque où on pouvait enfin en saisir toute l'importance, secoua violemment le vieil édifice scientifique, excitant les transports des uns, soulevant les protestations des autres, et déterminant la publication d'un nombre incalculable de travaux.

Ainsi qu'il advient presque toujours à l'apparition d'un système à grande portée, on vit, à côté de quelques travailleurs sérieux, une foule de médiocrités se lancer

dans l'arène. Une moitié de ces demi-savants fit du tort à la théorie par des exagérations dont s'étaient bien gardés les vrais promoteurs; l'autre moitié lui fit peut-être du bien en lui opposant des arguments absurdes. Si donc l'on veut acquérir des notions quelque peu précises quant aux principes du transformisme, il faut éviter, au début, de se fausser le jugement par la lecture des écrits de polémique et recourir aux sources véritables.

L'exposé qui suit et dans lequel nous nous efforçons de rester impartial, comprend : 1° quelques pages sur le but de la théorie, 2° un résumé de la théorie du transformisme suivant Charles Darwin, 3° un résumé des idées d'Ernest Haeckel.

§ 2.

BUT DE LA THÉORIE.

La Géologie nous apprend que la configuration des continents et des mers n'a point toujours été ce qu'elle est aujourd'hui. Les reliefs et les creux de notre planète ont subi des bouleversements immenses, tantôt brusques et localisés dans certaines régions, tantôt lents et intéressant alors une grande étendue de la surface du globe.

Durant les longues périodes de calme relatif, les grands fleuves, les lacs, les océans, déposaient, au fond de leurs vallées ou de leurs bassins, des dépôts sédimentaires considérables. Ces dépôts émergés, lors d'un

de ces changements de niveau qui déplacèrent plusieurs fois les mers, devinrent à leur tour, pendant des séries de siècles, des continents ou des îles. Des phénomènes du même ordre se reproduisant, les terres ont été de nouveau, en totalité ou en partie, recouvertes par les eaux, et d'autres dépôts, d'une composition très différente, sont venus former des couches épaisses à leur surface.

Telle est, en restant dans le domaine des notions élémentaires, la cause de ce fait connu de tout le monde que si l'on entaille le sol à une profondeur suffisante, en creusant une mine, une tranchée, parfois un simple puits, on constate une superposition d'éléments souvent très divers, des sables, des argiles, des couches de craie, des bancs de calcaire, des couches de schiste, de houille, ou de bien d'autres roches encore.

Tandis que le monde minéral passait par différentes phases, le monde organique subissait, lui aussi, des modifications profondes dont nous ne pouvons encore apprécier entièrement l'étendue. Chaque continent, chaque mer a eu sa nombreuse population animale et végétale. Les restes de ces êtres, tantôt épars, tantôt accumulés dans des régions circonscrites, ayant été recouverts par des dépôts en voie de formation, celles de leurs parties qui purent résister à une décomposition rapide, produisirent des moules, des empreintes, ou furent préservées d'une façon encore plus complète par substitution lente de substance minérale à la matière organique, avec conservation exacte de la forme.

Ces ossements de vertébrés, ces coquilles de mollusques, ces squelettes d'échinodermes, de foraminifères, de radiolaires, ces empreintes d'animaux ou de plantes, preuves incontestables de l'existence de faunes et de flores antérieures aux faunes et aux flores qui nous entourent aujourd'hui, portent le nom général de *fossiles*.

On a recueilli, décrit et réuni dans des musées, un nombre déjà énorme de fossiles d'un intérêt capital pour l'histoire du globe. La partie des sciences naturelles qui a pour objet leur étude spéciale est la *Paléontologie*.

Les géologues ont classé les phases des formations sédimentaires en quatre grandes *périodes* : les périodes primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire. Les dépôts qui se sont produits pendant chacune d'elles représentent des masses tellement colossales qu'on est forcément amené à attribuer à chaque période une très grande durée[1].

Les dépôts superposés durant une même *période* ne sont pas identiques ; ils consistent, au contraire, en groupes d'âges différents, caractérisés par leur composition minéralogique et surtout par les fossiles qu'on y rencontre. Ces groupes portent le nom de *terrains*. Les terrains eux-mêmes peuvent être subdivisés à leur tour en étages, assises, etc.

1. Fait à ne pas perdre de vue, car il a son importance pour la théorie du transformisme.

Chacune des périodes et chacun des terrains de cette période possède ses fossiles propres et, à côté de ceux-ci, des fossiles qui se retrouvent soit dans des couches terrestres plus anciennes, soit dans des couches plus récentes.

Pour le moment, nous nous bornerons à donner un aperçu de la physionomie générale du règne animal[1] pendant les quatre périodes géologiques.

a) Période primaire (la plus éloignée de nous). Les animaux dont les restes fossiles s'observent dans les assises les plus anciennes sont les *Eozoon*[2] et d'autres Protozoaires. Plus tard se montrent des Spongiaires, des Annélides, des Crustacés inférieurs. Le curieux groupe des Mérostomes, réduit actuellement à quelques Limules, est largement représenté par des légions de *Trilobites*. Entièrement éteints et limités à la période primaire, les Trilobites sont si caractéristiques que l'on a parfois nommé *terrains trilobitiques* la série des assises terrestres dans lesquelles on les rencontre.

Les Brachiopodes apparaissent et sont très nombreux, des genres entiers sont spéciaux (*Strophomena, Pentamerus,* etc.), et ne se retrouveront plus dans les mers secondaires. A côté d'eux s'observent de vrais mollusques Gastéropodes, Céphalopodes, Lamellibranches. Le

---

1. Afin de nous limiter, nous laisserons de côté ce qui concerne le règne végétal.

2. Fossiles de la formation Laurentienne. Les travaux récents paraissent avoir démontré que ce sont des *Foraminifères*.

groupe des Échinodermes se signale par de grandes quantités de Crinoïdes de tous les types et de toutes les dimensions.

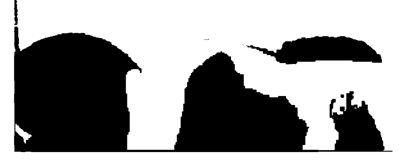
Les *Vertébrés* ne se montrent, pour la première fois, que vers le milieu de la période. Ils sont représentés par de nombreux poissons, surtout des Ganoïdes; des Ganoïdes cuirassés, ou Placoganoïdes, dont la tête et une partie du tronc étaient recouverts de grandes plaques osseuses unies entre elles par des sutures[1]; des Ganoïdes à écailles; des Elasmobranches.

Avec l'époque houillère apparaissent les *Archégosauriens,* énormes amphibies dont le squelette rappelle celui de nos petits Protées modernes, mais dont la tête était protégée par de grandes plaques ossifiées et sculptées et dont les dents offraient des cannelures caractéristiques. Ajoutons que la flore houillère était accompagnée d'Insectes et d'Arachnides.

On a proposé pour la période primaire le nom de *Période des Poissons.*

b) Période secondaire. Les mers se peuplent de Crustacés Isopodes et Décapodes; des Poissons Téléostéens se montrent pour la première fois. Sur les continents apparaissent des Oiseaux, des Mammifères, ces derniers appartenant tous au groupe des Implacentaires. De gigantesques amphibies à dents cannelées et plissées

1. Nos Esturgeons représentent aujourd'hui les Placoganoïdes; leur tête seule est cuirassée, le tronc ne porte que des écussons distants et en séries linéaires.



et à tête couverte de plaques, les *Mastodonsauriens,* ou *Labyrinthodontes,* nageaient près des côtes où se traînaient sur les plages. Mais deux groupes caractérisent surtout ces époques : parmi les Mollusques, ce sont les Céphalopodes tétrabranchiaux qui, représentés seulement aujourd'hui par quelques Nautiles, l'étaient alors par plus de mille formes d'*Ammonites,* ce qui a fait donner quelquefois aux dépôts secondaires le nom de *terrains ammonéens.* Parmi les Vertébrés, ce sont de nombreux Reptiles, les uns de très grande taille, les autres à formes étranges. Les *Ichthyosaurus,* à queue forte et aplatie, à tête énorme, à larges orbites et à pattes courtes en forme de nageoires; les *Placodus,* dont les dents en pavés étaient destinées à broyer les coquilles des Mollusques; les *Plesiosaurus,* à petite tête, à long cou de cygne, à pattes courtes aplaties en rames; les *Pterodactylus* ayant, comme les oiseaux, les os creux pneumatisés et munis d'ailes constituées par un repli cutané soutenu par un seul doigt d'une grande longueur; les énormes *Iguanodon* aux dents larges, comprimées, crénelées sur les bords. Enfin, des Lézards de six et sept mètres de long, comme le grand *Mosasaurus,* dont la première tête fut trouvée en 1770 dans la craie tuffeau de Maestricht et causa, à cette époque d'enfance de la paléontologie, une si vive surprise.

Une surprise bien plus grande était réservée à nos paléontologistes actuels par la découverte faite en 1861, dans la pierre lithographique de Solenhofen (Bavière),

de l'*Archaeopteryx*. L'Archaeopteryx constitue, en effet, la forme de transition la plus intéressante que l'on ait rencontrée jusqu'à présent. Couvert de véritables plumes, possédant des ailes, il unit à ces caractères d'oiseau d'autres caractères nombreux et incontestables de reptile, comme la structure de la main comprenant trois doigts libres armés d'ongles, la structure des côtes, celle des membres postérieurs et une queue longue, mobile, composée de vingt vertèbres[1].

La période secondaire pourrait s'appeler *Période des Reptiles*.

c) Période tertiaire. De nombreux animaux vertébrés et invertébrés dont les types sont souvent déjà très voisins des types de l'époque moderne, ont vécu pendant la période tertiaire; mais celle-ci est surtout remarquable par l'abondance des Mammifères placentaires.

Les dépôts anciens de cette période renferment des ongulés, des *Palaeotherium* à dents de rhinocéros et à trois doigts, des *Anoplotherium* à doigts pairs munis de sabots, des chauves-souris.

Plus tard se montrent des chevaux à trois doigts : les *Hipparions;* les *Acerotherium*, rhinocéridés sans cornes nasales, ayant précédé les vrais rhinocéros; les

1. L'Archaeopteryx figure actuellement dans les immenses collections du British Museum. Un deuxième exemplaire trouvé en 1879 est au musée de Berlin. Le lecteur éloigné des grandes bibliothèques trouvera une assez bonne figure du premier spécimen d'Archaecopoteryx dans le *Magasin pittoresque*, 1868, page 13.



Anthracotherium, ancêtres de nos porcs actuels; les *Mastodontes,* grands proboscidiens à molaires munies de collines saillantes; le *Dinotherium,* proboscidien bizarre, dont la mâchoire inférieure portait deux énormes défenses descendantes; des Sirénidés, des *Zeuglodontes,* établissant le passage entre les Sirénidés et les Cétacés; des Cétacés proprement dits. Enfin, apparaissent les Singes.

Plus tard encore, les plaines émergées sont peuplées de véritables chevaux à un seul doigt développé, mais différant encore quelque peu de notre cheval moderne. Il y a de vrais *Bos*, des Camélidés. Les mers sont sillonnées par des Phoques et d'innombrables Cétacés.

C'est donc avec raison que la période tertiaire porte le nom de *Période des Mammifères.*

d) PÉRIODE QUATERNAIRE. Vers les débuts de cette période dont la période moderne n'est que la continuation, d'immenses courants d'eau ont formé de vastes dépôts de cailloux roulés et les couches étendues de limon et même de sable qui constituent la base de nos terrains de culture.

C'est, en général, dans ces couches meubles que l'on retrouve les restes de la faune quaternaire. Cette faune comprend un certain nombre de formes éteintes mélangées à un grand nombre de types encore vivants.

Parmi les formes éteintes, nous citerons : les *Dinornis* de la Nouvelle-Zélande, struthions de très grande taille, à pattes extraordinairement robustes; l'*Aepyornis* de Madagascar, appartenant aussi au groupe des

struthions et dont les œufs avaient six fois le volume d'un œuf d'autruche; les *Megatherium, Mylodon* et *Glyptodon,* énormes Mammifères édentés de l'Amérique du Sud, dont certains types atteignent les dimensions de l'éléphant; le *Megaceros hibernicus,* grand cerf à bois gigantesque; le *Rhinoceros tichorhinus,* couvert de longs poils; l'*Elephas primigenius* ou Mammouth, grand éléphant à toison épaisse, dont les restes s'observent dans l'Europe entière.

Parmi les espèces qui ont vécu sous nos latitudes, mais qui sont actuellement confinées dans d'autres régions, on peut indiquer brièvement : le lion des cavernes (qui vit peut-être encore au nord de la Chine), l'ours gris, l'hyène des cavernes (identique à l'hyène tachetée), le renard polaire, l'antilope saïga, le renne[1].

L'homme apparaît pendant la période quaternaire[2] et on rencontre partout des ossements ou des débris d'industrie primitive indiquant l'existence de populations anciennes contemporaines du Mammouth et des autres animaux que nous avons cités plus haut.

Burmeister propose pour cette époque le nom de *Période de l'Homme.*

Ce résumé suffit pour mettre en évidence le fait capital que la population animale du globe a revêtu suc-

1. Ni l'ours des cavernes, ni l'urus ou *Bos primigenius* n'ont disparu; le premier, à l'état dégénéré, serait l'ours brun des montagnes d'Europe; le second existerait encore en Angleterre dans trois localités.

2. Ses traces dans les terrains tertiaires sont douteuses.

cessivement une série d'aspects différents. D'une façon générale, les animaux qui vivent actuellement autour de nous ne sont plus les mêmes que ceux de la période tertiaire; ceux-ci, à leur tour, appartiennent, en grande partie, à d'autres types que ceux de la période secondaire, etc. On observe ces transformations, non seulement quant aux grandes faunes des périodes, mais aussi, quant à celles des fractions de périodes répondant à chacun des terrains caractéristiques. C'est ainsi que la série animale du terrain carbonifère diffère tellement de celle du terrain dévonien qui lui est immédiatement antérieur en date, qu'un paléontologiste, à l'examen des fossiles qu'il extrait d'un escarpement calcaire, peut décider immédiatement si la roche est du calcaire carbonifère ou est dévonienne. Seulement, ne formulons pas de conclusion hasardée ou trop absolue; ne nous imaginons pas qu'à chaque période ou à chaque terrain répond une faune qui s'éteint *complètement* à la fin de cette époque géologique et est remplacée *en totalité* par une autre faune à l'aurore de l'époque suivante. Ce serait là une grave erreur.

Non seulement on sait, depuis longtemps, que des formes très voisines, par conséquent appartenant au même genre, s'observent dans les étages de plusieurs périodes successives, et nous citerons à cet égard, parmi les Brachiopodes, l'exemple remarquable du genre *Lingula* qui date du cambrien supérieur, l'un des terrains les plus anciens de la période primaire, et a traversé, avec la même organisation physiologique et mor-

phologique, toutes les périodes pour se retrouver enfin dans les mers actuelles; mais, de plus, chaque fois que les matériaux paléontologiques ont été amassés en assez grande quantité pour réunir sous les yeux toutes les variétés, toutes les légères déviations possibles, on est arrivé à ce résultat que ce qui est vrai pour des genres est aussi vrai pour des formes spécifiques.

Ainsi, un autre Brachiopode, la *Terebratulina caput serpentis,* vivant dans nos mers modernes, s'observe, à l'état fossile, dans les terrains tertiaires, et, en reculant, on retrouve, dans la craie et d'autres terrains secondaires, des formes qui en diffèrent si imperceptiblement qu'on peut se demander s'il ne s'agit pas réellement de la même. Dans le groupe des Foraminifères, les exemples sont encore plus frappants : les *Dentalina communis, Orbitolites complanatus, Rotalina globulosa,* et d'autres, datent de la craie ou d'étages plus anciens et se rencontrent cependant encore aujourd'hui à l'état vivant.

Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins exact que, *dans les traits généraux,* les faunes des époques successives ont été différentes, que beaucoup de formes n'existent plus et que les êtres qui habitent le globe, en ce moment, n'ont plus ordinairement que des rapports de ressemblance souvent éloignés avec ceux qui peuplaient les mers et les continents anciens.

Trouver une explication de ce grand phénomène, c'est pouvoir refaire, dans le temps, l'histoire du règne animal entier. Le problème a tenté bien des esprits

d'élite et diverses solutions ont été formulées. Les théories principales sont au nombre de trois : la *théorie des créations successives*, la *théorie des migrations des faunes*, enfin la *théorie du transformisme*.

La *théorie des créations successives* est celle des naturalistes qui, comme Cuvier, admettent la fixité presque absolue des formes animales ou, suivant une locution souvent employée, l'*immutabilité des espèces*. Pour eux, chaque forme animale se reproduit identique à elle-même dans ses descendants; les variations, quand il s'en présente, n'ont lieu que dans des limites très étroites.

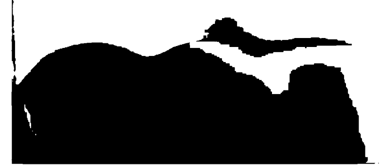
La théorie en question peut se formuler comme suit : Les faunes entières ou des portions importantes de faunes ont été successivement détruites à la fin de chaque période, soit par suite de cataclysmes géologiques, soit par suite de modifications très grandes dans les conditions d'existence, telles que des changements dans la constitution de l'atmosphère, dans la composition des eaux, etc. Chaque série détruite a été remplacée, à l'origine de l'époque géologique suivante, par une autre série d'êtres dont l'organisation était mieux appropriée aux nouveaux milieux qu'ils devaient habiter.

En laissant de côté toute considération étrangère à une discussion purement scientifique, on constate que l'argument le plus sérieux sur lequel s'appuie cette théorie est que, si des êtres organisés possédant, comme le prouvent les fossiles les plus anciens, une structure et un fonctionnement réglés par les mêmes lois géné-

rales que celles qui régissent les animaux actuels, *ont pu apparaître une fois* à la surface du globe, il n'y a aucun motif pour que cette formation n'ait pu se reproduire une deuxième, une troisième fois, etc., c'est-à-dire aux débuts de chaque nouvelle période de repos rendant possible l'existence et la multiplication d'organismes vivants.

A la rigueur, la théorie des créations successives fournit encore l'explication des faunes de détail appartenant à chacun des terrains d'une même période ; mais elle n'explique ni la persistance de nombreuses formes animales au travers de toute une série d'étages, ni les formes de transition dont on connaît déjà tant de curieux exemples.

Nous citerons brièvement, au sujet de ces formes de passage, parmi les Mollusques Céphalopodes fossiles, l'immense série continue des Ammonites dans laquelle chaque forme diffère à peine de celle qui la précède immédiatement, tandis qu'on constate des différences capitales accumulées entre les plus anciennes et les plus récentes ; parmi les Sauropsides, les gradations très curieuses entre les Reptiles et les Oiseaux par l'Archaeopteryx déjà cité, par les Ichthyornis, oiseaux à dents et à vertèbres biconcaves du terrain crétacé d'Amérique, et par l'Odontopteryx de l'argile de Londres, voisin des canards, mais muni de dents comme les précédents ; enfin, parmi les Mammifères, la série à peu près continue que l'on a pu reconstituer pour les Ongulés, les formes de Pikermi transitoires entre les Civettes



anciennes et les Hyènes modernes, le groupe des Cynodictis et Amphicyon des phosphorites de Quercy, souche probable des lions, des chiens et des ours actuels, etc.

La théorie, au moins avec le caractère absolu qu'on lui donne ordinairement, pèche par ses deux points de départ : 1° l'hypothèse des extinctions à peu près brusques de faunes entières ou de larges parties de faunes n'est pas d'accord avec les faits. Toutes les recherches modernes prouvent que chaque faune a subi, en étendue, une série de modifications jusqu'à ce que ses limites géographiques aient été fixées. Pendant un certain temps, elle n'a plus subi de changements, puis elle a commencé à décliner. Celles des formes qui se sont éteintes ont disparu par petits groupes ou une à une. Dans certains cas, ces extinctions n'ont même eu lieu que d'une manière inégale suivant les régions, ainsi que l'indique encore aujourd'hui ce fait que l'on observe, par exemple, à l'état vivant, dans la Méditerranée, des Mollusques déjà fossiles en Angleterre, etc.

2° L'hypothèse de l'immutabilité des formes animales ou végétales est une conception fausse; il faudrait, pour la soutenir, nier les modifications graduelles profondes dont nous avons tous les jours des exemples sous les yeux dans nos animaux domestiques et nos plantes cultivées, et dont on possède, comme nous l'exposerons plus loin, tant de preuves pour les êtres à l'état de liberté.

Suivant la deuxième des théories que nous nous sommes proposé d'examiner, la *théorie de la migra-*

tion des faunes, les changements zoologiques à la surface de la terre n'auraient ordinairement été que partiels. Le relief du sol, l'étendue des eaux, le climat, surtout, se modifiant sur une portion du globe et celle-ci devenant graduellement inhabitable pour les animaux qui la peuplaient, les animaux en question auraient émigré, cherchant des lieux plus secs et plus chauds, ou plus froids et plus humides, une végétation plus conforme à leurs mœurs et à leur régime; ou bien, s'il s'agissait d'animaux aquatiques, se transportant dans des eaux plus ou moins profondes, plus ou moins salées, à température plus élevée ou plus basse, etc. Tandis que cette émigration avait lieu, des causes analogues auraient poussé une faune toute différente, appartenant à d'autres contrées, à venir habiter les lieux quittés par la précédente.

En apparence, cette théorie a pour elle des faits, tels, par exemple, que le déplacement vers le Nord du renne, du lemming, du renard polaire et du glouton; vers l'Est de l'antilope saïga; vers les Alpes et les Pyrénées du chamois, du bouquetin, de la marmotte; vers les régions africaines de l'hyène tachetée, etc., tous animaux qui habitaient pendant l'époque quaternaire la Belgique et la région de l'Europe dont elle fait partie.

On peut rappeler le phénomène si connu des migrations régulières des Oiseaux, de quelques Poissons qui, à l'époque moderne, changent, en partie, les faunes locales, à chaque renouvellement de saison; les migrations, parfois considérables, mais à caractère plus acci-

dentel, des Insectes de certains groupes (Orthoptères, Lépidoptères, etc.).

La théorie peut encore invoquer des résultats des études de géographie zoologique qui ont montré que les dépôts et les faunes de certaines mers profondes semblent continuer la série du terrain crétacé (période secondaire), que la faune de l'Australie rappelle beaucoup celle du terrain jurassique (période secondaire), etc.

Cependant, lorsqu'on examine ces arguments de près, on voit aisément qu'ils sont absolument insuffisants; en effet : 1° les émigrations que l'on a constatées ne concernent que des formes animales isolées et non des faunes ou des portions importantes de faunes; 2° si les faunes de certaines contrées du globe rappellent celles qui répondent à quelques âges géologiques déterminés, ce n'est que par des traits généraux, par la prédominance de tel ou tel groupe animal et non parce qu'on retrouve de part et d'autre les mêmes formes identiques ou peu modifiées. Ainsi, la faune australienne ressemble à l'ancienne faune jurassique par l'abondance des Marsupiaux; mais les Marsupiaux actuels de l'Austrasie sont tous très différents des Marsupiaux jurassiques. Le naturaliste qui persisterait à admettre le phénomène de l'émigration devrait donc aussi accepter celui du changement graduel et profond des formes animales avec le temps et revenir, encore une fois, forcément, au transformisme, que la théorie des migrations de faunes veut précisément éviter.

Sans entrer dans de plus amples développements,

nous espérons avoir fait comprendre pourquoi il est impossible, aujourd'hui, de se contenter de l'une ou de l'autre des théories précédentes, à moins de faire volontairement abstraction de faits matériels d'une valeur capitale. Le grand problème de l'explication rationnelle des changements d'aspect successifs de la population animale et végétale de la terre ne peut être résolu que si l'on tient compte de toutes les données et non de quelques-unes seulement.

La troisième conception que ce problème a fait naître, la *théorie du transformisme*, ne date point d'hier; mais comme ce sont surtout les travaux de Ch. Darwin en Angleterre et d'Ernest Haeckel en Allemagne qui l'ont mise en pleine lumière et en ont fait un vaste système permettant d'envisager le monde organisé par un côté à peine soupçonné avant eux, nous laisserons dans l'ombre les autres travaux antérieurs ou parallèles pour nous borner à résumer le Darwinisme et l'Haeckelisme.

§ 3.

DARWINISME[1]. — (FAITS.)

Tout système scientifique comprend : 1° une partie positive composée d'un ensemble de faits incontestables, 2° une partie théorique consistant dans les conclusions que l'on croit pouvoir tirer des faits.

---

1. En 1858, MM. Darwin et Wallace publièrent leurs premiers essais sur la sélection naturelle. La première édition de l'ouvrage fondamental de Darwin

En ce qui concerne le Darwinisme, il est évident que c'est presque toujours pour avoir confondu la partie positive avec la partie conjecturale que tant de personnes se sont trompées et n'ont pas saisi la portée vraie des écrits du célèbre zoologue anglais. Nous éviterons toute confusion en examinant d'abord les faits, puis, ensuite, les conclusions théoriques.

Les faits peuvent être classés en cinq groupes portant les dénominations de :

a) Variabilité ;
b) Hérédité ;
c) Sélection naturelle ;
d) Concurrence vitale ;
e) Corrélations de croissance.

a) VARIABILITÉ. Les animaux ne sont point immuables dans leur forme ou même l'ensemble de leur organisation. Avec le temps, les générations successives cèdent petit à petit à l'influence des causes extérieures et dévient plus ou moins de leur type primitif.

Chez nos animaux contemporains, le maximum d'effet a été obtenu par l'action consciente et prolongée de l'homme. Il suffira de rappeler à ce sujet les nombreuses races d'animaux domestiques et d'attirer l'attention sur les distances qui les séparent, non seulement l'une de l'autre (comme, par exemple, pour l'énorme cheval de

---

est de 1859. (*On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London, 1859.)

labour et le minuscule poney des Shetland ou de Corse), mais aussi de leurs ancêtres sauvages[1].

Chez les animaux vivant de nos jours à l'état libre, on constate aussi de nombreuses variations. Ces variations sont les unes temporaires, accidentelles, les autres plus ou moins permanentes.

Comme variations *accidentelles*, on peut citer les cas de mélanisme (renard charbonnier, loup noir, panthère noire); les cas d'albinisme (lièvre blanc, écureuil blanc, souris blanche, pie blanche, hirondelle blanche, etc.). Le lecteur comprendra, plus loin, comment certaines de ces variations momentanées peuvent devenir permanentes.

Les variations beaucoup plus importantes ayant le caractère de la *permanence* sont le résultat de causes générales et puissantes, parmi lesquelles il faut ranger l'extension géographique. C'est ainsi que les Poissons, les Vers, les Polypes des côtes de Bretagne sont déjà plus beaux et colorés de plus vives couleurs que les formes similaires des côtes de Belgique ou de Hollande, que les animaux des plaines sont plus grands et plus fournis en chair que ceux des pays de montagnes, que des animaux provenant clairement d'une même souche, mais capturés vers le nord et vers le midi de l'Europe, diffèrent parfois assez entre eux pour que les classifica-

1. Lorsque ces ancêtres sont connus. Car il faut probablement attribuer aux déviations profondes l'impossibilité où nous nous trouvons de retrouver la forme sauvage réelle de beaucoup de nos animaux domestiques.



teurs admettent ce qu'ils appellent *deux espèces* et créent deux noms différents.

Qui dit extension géographique dit évidemment variations dans la nature des milieux, dans la température, l'humidité, la pression atmosphérique, la composition des eaux, etc. Un exemple remarquable, quant à l'influence de la salure plus ou moins grande de l'eau de mer est fourni par un petit crustacé Phyllopode du genre *Artemia,* qui réunit les caractères zoologiques de l'*Artemia Mühlhausenii* quand il vit dans l'eau fortement salée et passe, après quelques générations, à la forme connue sous le nom d'*Artemia salina* lorsque la salure est moindre.

Il est presque inutile de multiplier les exemples spéciaux; le grand nombre de variétés ou déviations locales décrites dans les ouvrages systématiques à côté des formes que l'on regarde comme typiques, les variétés locales fréquentes que l'on peut voir dans tous les grands musées, suffisent à montrer que la *variabilité,* c'est-à-dire la tendance des formes animales sauvages contemporaines à varier suivant l'ensemble des influences extérieures, est incontestable.

b) Hérédité. Tous les animaux sont doués d'une propriété inhérente à leur nature même, c'est l'*hérédité,* en vertu de laquelle un être en se reproduisant tend à transmettre à ses descendants les caractères et tous les caractères qu'il présente. Il n'est aucun éleveur d'animaux domestiques, dit Darwin, qui révoque en doute la force des tendances héréditaires; le semblable

produit le semblable, tel est leur axiome fondamental.

Deux cas peuvent se présenter : 1° si l'individu n'est pas modifié par des causes spéciales ayant agi pendant son développement ou après sa naissance, il tendra à reproduire dans sa progéniture son image *à peu près* exacte.

2° Si l'individu est modifié, au contraire, il tendra à perpétuer, dans la génération nouvelle qui en provient, les caractères nouveaux qu'il a acquis.

L'hérédité permet d'expliquer les faits curieux que présentent les croisements : les deux individus unis sexuellement appartiennent à des races différentes, c'est-à-dire à des formes ayant dévié d'une même souche dans des directions diverses (cheval anglais et jument flamande, taureau de Durham et vache hollandaise, etc., etc.); ils possèdent chacun des caractères propres qu'ils tendront tous deux à transmettre à leur produit. Voilà pourquoi les animaux résultant d'un croisement ressemblent à la fois et au père et à la mère.

Le métis n'est jamais exactement intermédiaire entre deux types; il se rapproche toujours un peu plus de l'un des parents et il en résulte, en *vertu de l'hérédité,* que, si le métis est fécond, il donnera lieu à des générations qui se rapprocheront de l'une des formes originaires pour finir par la reproduire complètement. On a, par exemple, élevé, dans ces dernières années, des métis de Lièvre et de Lapin, sous le nom de Léporides; ces métis se reproduisaient entre eux, mais les générations successives inclinaient de plus en plus vers le type du Lapin et finissaient fatalement par y aboutir.

On voit donc que, pour qu'il puisse y avoir dans le temps transformation réelle d'une forme animale en une autre, ou seulement transformation d'une variété momentanée en une variété permanente, c'est-à-dire, en somme, conservation ou même exagération, chez les descendants, de caractères nouveaux acquis par un individu ou quelques individus, il faut des causes qui impriment à l'hérédité une direction déterminée, la même durant longtemps.

Ces causes existent, ce sont la *sélection naturelle* et la *concurrence vitale*.

c) Sélection naturelle [1]. (Élection naturelle, choix, triage naturel.) Lorsqu'un éleveur veut perpétuer, sous forme de race, les caractères présentés par quelques individus, par exemple, des bœufs sans cornes, des moutons à laine très fine, des chevaux particulièrement aptes à tel ou tel exercice, etc., il fait choix de reproducteurs mâles et femelles offrant ces caractères d'une manière déjà assez prononcée pour que, l'hérédité aidant, il obtienne une première génération reproduisant, au moins partiellement, les caractères intenses désirés. Il sacrifiera les individus les moins beaux ou présentant un léger retour vers le type primitif, fera dans cette génération un choix nouveau de reproducteurs, et ainsi de suite, de façon à fixer et à augmenter les caractères qu'il recherche, à pousser, en un mot, la nature à produire une race ou variété permanente.

---

1. *Selectio*, choix, triage.

L'éleveur s'est donc efforcé d'éliminer les déviations nuisibles, de ne conserver que les variations utiles; il a fait de la sélection artificielle.

La *sélection naturelle* est de même un choix s'opérant naturellement parmi les individus d'une forme vivant en liberté. C'est, suivant l'expression de Darwin, *la loi de conservation des variations favorables et d'élimination des déviations nuisibles*. Elle peut encore se formuler comme suit : Si, dans une suite de générations sauvages, il se présente, en vertu de la variabilité, une variété utile, c'est-à-dire plus robuste ou mieux organisée pour vivre dans le milieu où elle est née, elle aura grande chance de se conserver; si cette variété offre, au contraire, des caractères défavorables, la nature la sacrifiera rapidement.

Prenons des exemples : l'hermine a, comme on sait, deux pelages; en été elle est brune et se confond assez facilement avec la couleur du sol; en hiver elle est blanche et son corps se distingue mal sur la neige. Supposons qu'apparaisse une variété qui reste blanche en été, elle aura bien plus de peine à s'approcher des oiseaux, sa proie habituelle, elle dépérira, ne se reproduira guère et finira par disparaître. La même chose à peu près peut être dite d'un oiseau, le *Lagopus alpinus,* qui, coloré en été à peu près comme les roches qu'il habite et blanc en hiver de façon à se dissimuler facilement parmi les neiges, a plus de chance d'échapper aux oiseaux de proie que toute variété qui conserverait la même teinte durant l'année entière.

Les cas de l'Hermine et du Lagopède sont des exemples de ce qu'on appelle la *mimique* chez les animaux, c'est-à-dire la propriété de ressembler pour la couleur ou la forme extérieure à d'autres animaux, à des plantes ou à des corps minéraux, et, soit d'échapper par conséquent plus facilement aux ennemis, soit, inversement, de pouvoir approcher ainsi de la proie sans donner l'éveil. La mimique est un véritable déguisement.

Citons quelques autres faits du même genre : des Diptères du genre *Volucella* entrent dans les nids des Hyménoptères (bourdons, guêpes, etc.) pour y déposer leurs œufs, leurs larves carnassières dévorant ensuite celles des Hyménoptères en question. Or, chaque forme de Volucelle ressemble d'une manière remarquable à l'insecte chez lequel elle introduit frauduleusement ses œufs.

Dans les forêts de l'Amérique du Sud volent en grand nombre des papillons du groupe des *Héliconides*, mais que les oiseaux respectent à cause de leur odeur âcre et désagréable. Parmi les Lépidoptères d'autres familles qui n'ont pas ce moyen de défense, se trouvent les *Leptalis;* la nature les a pourvus d'un costume protecteur : plusieurs ressemblent extraordinairement aux Héliconides [1]. Un entomologiste ne s'y trompe pas, mais les oiseaux tombent facilement dans l'erreur.

Des Insectes ont beaucoup d'analogie avec de petits

---

1. Emprunté à Wallace : *La sélection naturelle* (traduction française). Paris, 1872.

fragments de bois mort, d'autres ressemblent à des lichens, à des feuilles, etc.

La sélection ne concerne pas seulement les cas de mimique, elle s'applique à toutes les modifications, à toutes les déviations, même légères. L'oiseau dont les jeunes auraient le bec trop faible pour briser la coquille de l'œuf, la sauterelle dont le pondoir trop court ne lui permettrait pas d'enterrer ses œufs, l'araignée dont les glandes des filières ne produiraient qu'un fil trop fragile pour arrêter les mouches, le polype qui serait dépourvu d'organes urticants, constitueraient autant de déviations vouées à une disparition rapide.

D'un autre côté, le mammifère dont la toison est plus fournie que celle de ses semblables résiste mieux aux hivers rigoureux et peut étendre son canton de chasse en altitude; le pigeon dont le vol est le plus rapide échappe plus sûrement à l'épervier; le saumon dont la queue est la plus musclée franchit seul les chutes d'eau constituant des obstacles pour les autres et a plus de chance de frayer dans un endroit convenable, etc., etc.

Il s'opère donc évidemment un triage; la nature élimine les incapables; l'avenir appartient aux mieux doués. A ce choix général parmi les individus, se joint le *choix naturel des reproducteurs.*

Le choix naturel des reproducteurs auquel on peut donner le nom de *sélection sexuelle,* résulte le plus souvent des luttes que se livrent les mâles pour la possession des femelles.

Un cerf sans bois ou un coq sans ergots, dit Darwin,

auraient peu de chance de laisser une postérité. L'élection sexuelle permettant au vainqueur de reproduire sa race, et ce vainqueur étant, en général, l'individu dont les bois sont le plus développés ou dont les ergots sont les plus longs, en un mot, le mâle le plus beau, le plus robuste, il doit, semble-t-il, en résulter, à la longue, une descendance mieux douée, à organisation plus puissante à tous les titres.

d) CONCURRENCE VITALE (lutte de la vie). La concurrence vitale existe d'une façon si marquée, si palpable, qu'elle est admise par les naturalistes de toutes les opinions. C'est elle seule, en effet, qui, dans les conditions ordinaires, maintient l'équilibre entre tous les êtres vivants.

Le paysan qui a vu les arbres d'une allée entière dépouillés de leurs feuilles par les chenilles, comprend bientôt qu'il y a une lutte constante entre le règne animal et le règne végétal. Le pêcheur qui a vu un banc de harengs harcelé par des nuées de poissons carnassiers, sait, comme nous, qu'il y a une lutte de tous les instants entre les formes animales qui se disputent l'espace, la subsistance et, en quelque sorte, le droit d'exister.

La prédominance d'une forme organisée quelconque dans une région limitée produit ses effets sur tous les autres êtres. Exemple : les Insectes en volant de fleur en fleur assurent la fécondation des végétaux et, par conséquent, ont une action directe sur leur rendement en graines ou en fruits; des Mammifères insectivores

(musaraignes, etc.), des Oiseaux insectivores font la chasse à ces Insectes et en réduisent le nombre. Enfin, des Carnassiers (chats, oiseaux de proie, etc.), détruisent les insectivores. De sorte que l'on arrive à cette conclusion vraie, mais étrange au premier abord, que la quantité plus ou moins grande de Carnassiers dans un canton déterminé a une influence certaine sur la fructification des végétaux.

La concurrence vitale conduit à ce principe que s'il apparaît, dans la région habitée par une forme animale, soit une forme voisine, soit une simple variété, plus robuste, ou plus industrieuse, ou mieux appropriée aux milieux que la forme primitive, elle aura bientôt le pas sur celle-ci au point de vue de l'alimentation et des autres conditions d'existence. Elle aura toute chance de supplanter sa rivale, de durer; tandis que la forme ancienne décroîtra rapidement pour finir par disparaître.

Nos ancêtres ne connaissaient que le Rat noir *(Mus rattus)*. Vers 1732, des navires introduisirent en Angleterre le Rat brun ou Surmulot *(Mus decumanus)*. Celui-ci se répandit bientôt sur une grande partie du globe, chassant le Rat noir partout et s'établissant dans toutes les localités habitées par l'homme. Aujourd'hui, le Surmulot règne en maître et, sauf dans les campagnes, le Rat noir est une rareté.

La Blatte orientale a, de même, supplanté à peu près partout la Blatte vulgaire, etc., etc.

La concurrence vitale agissant sur de simples variétés amène aussi un triage, concourt donc au choix, à la

sélection des individus. Ses élus seuls résistent pendant plusieurs générations à mille causes d'élimination, et seuls peuvent donc imprimer leur cachet à leur descendance.

Ainsi que nous le disions plus haut, la *sélection naturelle* et la *concurrence vitale* sont les causes qui donnent à l'hérédité une direction déterminée.

e) Corrélations de croissance. Jusqu'à présent nous avons, en général, considéré, à dessein et pour être mieux compris, les variations des formes animales comme n'intéressant guère qu'un caractère à la fois; c'était là une manière tout à fait hypothétique de présenter les faits. En réalité, les variétés diffèrent toujours entre elles et de la forme souche par un *ensemble* de caractères internes et externes, et cela, en vertu des *corrélations de croissance* que Darwin définit comme suit : « L'organisation entière forme un tout dont les « parties sont en relations mutuelles si étroites pendant « leurs diverses phases de croissance et de développe- « ment que, lorsque des variations légères affectent « accidentellement un organe quelconque et s'accumu- « lent par élection naturelle, d'autres organes se modi- « fient aussi peu à peu comme par une conséquence « nécessaire ; c'est cette loi de variations simultanées « que j'entends exprimer par *corrélation de crois-* « *sance* ».

La loi des *corrélations de croissance* n'est qu'une variante de ce que les zoologues appelaient depuis longtemps les *harmonies organiques,* principe qui découle

de toutes les recherches de morphologie extérieure et d'anatomie comparée et que l'on énonce ainsi : « Toutes « les parties d'un animal sont dans une dépendance « mutuelle telle que l'on peut fréquemment, par la con- « naissance d'un seul organe, reconstituer par la pensée « tout le reste du corps ».

Les reconstitutions d'animaux fossiles dont on ne possédait que quelques débris, reconstitutions effectuées les premières fois par Cuvier et qui alors firent l'effet de révélations, sont le résultat de l'application raisonnée du principe des *harmonies organiques* ou des *corrélations de croissance.*

Nous le répétons, c'est en vertu de ce principe ou de cette loi naturelle que les variétés diffèrent et l'une de l'autre et de leur souche par un ensemble de caractères.

§ 4.

DÉDUCTIONS THÉORIQUES.

Jusqu'ici, nous ne sommes guère sortis du domaine des faits : la variabilité des formes animales, les corrélations de croissance, l'hérédité, sont autant de choses positives, incontestables, auxquelles on peut refuser l'importance que les darwinistes leur attribuent, mais qui n'en font pas moins partie de l'ensemble des lois qui régissent les êtres organisés.

Nous allons maintenant aborder la partie hypothétique, c'est-à-dire exposer comment, en utilisant les cinq principes généraux que nous avons étudiés dans les

pages précédentes, on explique les transformations subies par la population animale et végétale du globe depuis les périodes les plus anciennes jusqu'à la période actuelle.

Reportons-nous par la pensée à une époque géologique éloignée.

Les formes animales ou végétales très communes et à distribution géographique étendue variant plus, la chose est constatée, que les formes rares et à aire restreinte, supposons une forme commune. Celle-ci, en se reproduisant, donnera lieu à une descendance dont les membres, en raison de la variabilité, pourront différer très légèrement entre eux.

Par le fait de la sélection naturelle, celles de ces variétés dont les caractères nouveaux constituent un avantage, si faible qu'il soit, seront seules conservées; les autres ne pourront se maintenir.

En vertu de l'hérédité, renforcée par la sélection sexuelle, les nouveaux caractères acquis prendront plus d'importance dans quelques-uns des rameaux de la descendance, et il est permis de supposer qu'après un grand nombre de générations successives, un millier, par exemple, la somme des petits progrès accumulés sera suffisante pour qu'on puisse considérer les formes de cette étape comme des variétés assez tranchées pour mériter d'être signalées dans un ouvrage systématique.

Après mille générations, la forme primitive pourra donc avoir produit deux ou trois variétés distinctes.

Ces formes secondaires dérivées continuant à pos-

séder les propriétés communes à tous les êtres organisés, entre autres, la variabilité et l'hérédité, rien n'empêche de poursuivre, en ce qui les concerne, le même raisonnement que plus haut; nous en arrivons ainsi à admettre qu'après un nouveau nombre indéterminé de générations, cinq mille, dix mille, la forme souche aura probablement donné lieu à quelques formes assez différentes pour être regardées comme des *espèces* distinctes par un classificateur.

Peut-être ne sont-ce que des espèces douteuses, peut-être ne sont-ce même encore que des variétés. Peu importe, elles ont le temps infini devant elles. Elles continueront à varier; certains rameaux de cet arbre généalogique se trouveront interrompus par l'influence de la concurrence vitale, de la sélection naturelle, et les formes qui les composaient deviendront ce que les paléontologistes appellent des formes éteintes; d'autres rameaux acquerront plus de force, les variations changeront de direction par suite des conditions nouvelles amenées par les changements géologiques et climatologiques; la nature nous donnera finalement des espèces ou formes profondément séparées, les unes des autres, et de la forme primordiale, par des caractères multiples.

Remarquons, avant d'aller plus loin, qu'il serait peu rationnel de supposer qu'à partir des premières variétés, encore vagues, produites par le type primitif, les variations ont eu lieu suivant des séries continues que l'on pourrait représenter, dans un arbre généalogique, par

de longues lignes droites. Il est bien plus probable que de nouvelles variétés se greffant sur les anciennes, dans le cours des âges, de nouvelles branches ont poussé à des hauteurs différentes et dans toutes les directions [1]. Les unes, comme nous le disions plus haut, se sont arrêtées par suite de la concurrence vitale ou de la sélection naturelle, les autres ont atteint une plus grande longueur, ont abouti, par exemple, à l'époque secondaire.

Chacun des rameaux qui ont atteint cette époque, ayant varié dans une direction spéciale, les formes qui les terminent différeront entre elles de façons très inégales. Le naturaliste pourra grouper celles qui ne seront séparées que par des caractères peu saillants et en former des *genres*.

La même série de raisonnements permet d'expliquer l'origine des familles, des classes, etc.

En résumé, la théorie Darwinienne admet que toutes les formes animales et végétales sont descendues par des gradations presque insensibles d'une ou de plusieurs formes primitives. Le lecteur aura déjà compris comment elle explique le phénomène de la succession des faunes ou des flores à la surface de la terre.

Cette explication peut se formuler comme suit : Quel

---

1. Il faut bien se pénétrer de ce côté de la question : la descendance n'a guère pu s'effectuer que d'une façon sinueuse, par branches, rameaux et ramuscules. La descendance en ligne droite n'a jamais été admise par Darwin qu'en qualité d'exception.



que soit le moment géologique que l'on considère[1], le globe sera toujours occupé à cette époque par une faune et une flore descendues, par variation, de celles qui précèdent et d'où descendront, avec variation aussi, celles qui doivent suivre et peupler la terre dans des époques ultérieures. De là ce fait que les faunes ou les flores successives se ressemblent d'autant plus qu'elles sont séparées par des espaces de temps plus courts. De là probablement la raison des différences capitales existant entre les faunes et les flores d'époques très éloignées. Les formes fossiles établissant la transition entre d'autres formes distinctes, sont des phases de variations lentes prises en quelque sorte sur le fait. Les fossiles communs à plusieurs assises successives et les formes datant d'époques anciennes et existant encore aujourd'hui à l'état vivant, sont des formes qui n'ont pas varié ou ont peu varié. Ni les faunes, ni les flores n'ont jamais subi d'extinctions générales; les formes se sont éteintes une à une par la sélection naturelle et la concurrence vitale. Les assises dans lesquelles s'observent à la fois des formes éteintes qui ne dépassent pas ce niveau et d'autres formes qui se retrouvent encore vivantes (période quaternaire), ou tout au moins dans des assises plus récentes, nous donnent le spectacle de ces extinctions partielles ou isolées. Enfin, toujours en s'appuyant sur le même ordre d'idées, il est fort probable que beau-

1. A moins qu'on ne se suppose à l'origine même de la période primaire et au moment précis de l'apparition des premiers organismes.

coup des formes que les paléontologistes appellent formes éteintes sont celles pour lesquelles nous ne connaissons pas encore les transitions qui les relient insensiblement à des formes plus jeunes.

§ 5.

HAECKELISME.

M. Ernest Haeckel a publié plusieurs ouvrages sur la théorie de l'évolution et les applications de cette théorie. Il a résumé ses vues personnelles et les travaux à tendance analogue publiés en Allemagne dans son livre intitulé : *Histoire naturelle de la création*[1].

L'exposé assez long que nous avons fait du Darwinisme nous permet d'être bref quant au système du célèbre professeur d'Iéna.

Comme Darwin, Haeckel s'appuie, tout naturellement, sur la variabilité, l'hérédité, la sélection naturelle et la concurrence vitale. Il a des idées toujours ingénieuses, souvent neuves, touchant les conséquences de ces lois naturelles; mais ce qui constitue le caractère spécial de l'Haeckelisme, c'est l'importance très rationnelle, du reste, qui y est donnée au parallélisme entre les phases successives du développement graduel des formes dans le temps et les phases du développement embryonnaire. Ce parallélisme est un des arguments les

1. *Natürliche Schöpfungsgeschichte,* a paru la première fois à Berlin en 1868 ; ce livre a eu une série d'éditions successives.



plus sérieux que l'on puisse invoquer en faveur du transformisme. Ce sera le sujet sur lequel nous insisterons.

La *Phylogénie*[1] est le développement progressif des formes animales en passant par toutes les phases qui constituent les variations successives. Ce développement demande un temps très long pour s'effectuer.

L'*Ontogénie*[2] est le développement de l'individu (le développement embryonnaire dans le sens ordinaire); il s'effectue, au contraire, dans un temps relativement fort court.

Une des conceptions dominantes dans les travaux de Haeckel est que l'Ontogénie doit être considérée comme un résumé de la Phylogénie. L'idée première n'en est pas nouvelle, le paléontologiste suisse Pictet et d'autres avaient déjà signalé ce fait remarquable que l'*ordre d'apparition des divers types d'animaux sur la surface de la terre, rappelle souvent les phases du développement embryonnaire*[3]; mais il faut convenir que les écrits de Haeckel ont fait sortir l'idée en question du vague où elle flottait encore pour lui donner toute la force d'un principe incontestable.

Prenons comme exemples la Phylogénie et l'Ontogénie des Vertébrés.

1. Φῦλον, nation, race.

2. Ὤν, être.

3. Pictet, *Traité de Paléontologie*, 2e édition, tome I. Paris, 1853.

L'ordre d'apparition de ces animaux est à peu près le suivant, d'après les données de la paléontologie actuelle : *Poissons* ganoïdes cuirassés et Poissons ganoïdes à écailles, n'ayant la plupart comme axe du squelette qu'une corde dorsale continue entourée de sa gaîne ; Poissons élasmobranches. Toutes ces formes étant, du reste, caractérisées par une nageoire caudale hétérocerque, c'est-à-dire à lobe inférieur beaucoup plus développé que le supérieur. — *Amphibies* protéiformes de grande taille, à branchies, à corde dorsale pleinement persistante. — *Reptiles.* — *Oiseaux* (traces). — Autres grands Amphibiens à vertèbres ossifiés. — *Mammifères implacentaires.* — Poissons téléostéens ou Poissons osseux, à nageoire caudale homocerque, c'est-à-dire à deux lobes égaux. — Reptiles en grand nombre. — Oiseaux nombreux. — *Mammifères placentaires.*

Sauf certains crochets latéraux qui s'expliquent très bien par l'existence de rameaux multiples[1], on peut considérer chacun de ces âges zoologiques successifs de Poisson, d'Amphibie, de Reptile, d'Oiseau et de Mammifère, comme correspondant à une étape, à un point d'arrêt plus ou moins éloigné du début, dans le développement embryonnaire proprement dit ou Ontogénie.

Le point de départ pour tous ces êtres est constamment le même : une simple cellule, la *cellule œuf.* Pour tous, cette cellule subit le phénomène du fractionnement

---

1. Nous avons déjà dit (page 513) que la filiation en ligne droite n'est pas probable.

et devient le lieu d'une multiplication cellulaire active. Les éléments cellulaires dérivés se groupent toujours, ensuite, de façon à constituer un embryon sacciforme, la *gastrula*, à deux feuillets cellulaires, un ectoderme et un endoderme; un mésoderme apparaît ultérieurement. Chez tous ces organismes, l'ectoderme donnera naissance à l'épiderme de la peau et aux éléments épidermiques superficiels, au système nerveux central; le mésoderme produira le derme cutané, le squelette, les muscles; l'endoderme formera les éléments glandulaires du tube digestif, etc., etc. Chez tous, enfin, l'axe du squelette sera d'abord représenté par une corde dorsale.

De nombreux poissons se sont arrêtés dans la formation de l'axe de leur squelette à la corde dorsale entourée de sa gaîne; tels sont les Leptocardes[1], les Marsipobranches, d'innombrables Ganoïdes.

Le squelette de tous les embryons de Vertébrés est d'abord cartilagineux, leur boîte crânienne étant en grande partie représentée aussi par un tube à parois cartilagineuses. Les Poissons plagiostomes (raies, squales), les Ganoïdes cartilagineux (esturgeons, etc.), se sont arrêtés en ce point, leur endosquelette ne devient jamais osseux[2].

1. Nous n'avons pas de preuves de l'existence de Poissons acraniens ou Leptocardes (Amphioxus) dans les époques antérieures à la nôtre. Ces animaux petits et délicats n'auront pu laisser de traces.

2. Dans le sens strict du mot. Avec l'âge, les pièces cartilagineuses de leur squelette se recouvrent d'incrustations osseuses superficielles en forme de mosaïque.



Nous avons vu, plus haut, que les Poissons anciens ont la nageoire caudale hétérocerque; M. Alex. Agassiz a montré, par d'intéressantes observations sur le développement de la queue, que cette nageoire est toujours hétérocerque vers les débuts; et qu'elle ne devient homocerque, chez les Poissons osseux, qu'après avoir passé par la forme hétérocerque. Les Ganoïdes et les Plagiostomes se sont encore arrêtés à cette phase embryonnaire de la nageoire; les Téléostéens la franchissent.

Tous les Vertébrés passent par une période où ils ont la tête très forte, des yeux gros et saillants, des fentes profondes et multiples sur les côtés du cou, le cœur situé dans la partie tout à fait antérieure du tronc, ce cœur ne se composant que de deux cavités successives, une oreillette et un ventricule. Si l'animal, dans son développement, ne dépasse pas ce stade, il possède une organisation de Poisson; les fentes de la région pharyngienne restent ouvertes pendant toute la vie et constituent des fentes branchiales; le cœur ne possède jamais que deux cavités principales et reste exclusivement veineux.

Chez l'embryon des Reptiles, des Oiseaux, des Mammifères, il apparaît des poumons qui fonctionneront ultérieurement comme organes de respiration aérienne. Plus tard, le cœur se subdivise par des cloisons; les fentes branchiales s'oblitèrent, sauf la première qui concourt à la formation de certaines cavités de l'organe auditif. Or, les diverses formes d'Amphibies nous font

assister, après l'éclosion, à des métamorphoses du même ordre se passant chez un être libre. Comme nous le savons, ils atteignent dans leur développement des degrés très différents. Ainsi, l'Amphibie inférieur à branchies persistantes (Protée, par exemple) n'est autre chose qu'un Vertébré arrêté à la phase où les poumons existent déjà, mais où les fentes branchiales sont encore ouvertes.

Chez tous les Vertébrés, le cœur fournit à l'origine, à sa partie antérieure, une série de vaisseaux, en forme d'arcs, disposés par paires; ils longent les bourrelets séparant les fentes branchiales ou pharyngiennes les unes des autres, bourrelets que l'on nomme arcs branchiaux ou pharyngiens, puis se recourbent vers la colonne vertébrale et, arrivés au dessus du tube digestif, déversent leur sang dans un tronc dorsal longitudinal, l'aorte. Chez les Poissons, ce système qui constitue l'ensemble de leurs artères et de leurs veines branchiales, se modifie peu; leur circulation reste embryonnaire. Les Amphibies à respiration exclusivement aérienne (grenouille, par exemple) et les Reptiles dépassent l'état en question; certaines portions de leurs arcs vasculaires s'atrophient et ils ne conservent, en général, que deux arcs en tout, un de chaque côté. Enfin, chez les Oiseaux et les Mammifères, un seul de ces vaisseaux courbés en crosse, celui de droite chez les Oiseaux, celui de gauche chez les Mammifères, persiste comme origine de l'aorte.

Tous les Vertébrés possèdent d'abord des organes excréteurs embryonnaires, les corps de Wolff. Chez les

Poissons et les Amphibies, le développement de l'organe rénal ne va pas plus loin; chez les Reptiles, les Oiseaux, les Mammifères, il y a un grand pas de plus; aux corps de Wolff se substituent, comme organes urinaires, des reins proprement dits, etc.[1].

En résumé, le Mammifère, par exemple, passe, durant son développement individuel, par une série de phases pendant lesquelles ses différents organes affectent graduellement la structure et presque toujours la disposition qu'on observe chez les Poissons, les Amphibies, les Sauropsides (Reptiles, Oiseaux). Il revêt donc successivement, dans un temps très court, les aspects qu'ont revêtus successivement aussi, mais avec des gradations d'une lenteur excessive, tous les êtres dont il descend.

Nous pourrions pousser ce parallélisme entre l'Ontogénie et la Phylogénie jusque dans les petits détails; montrer que ce parallélisme apparaît d'une façon tout aussi nette pour les autres groupes d'animaux; ce que nous en avons dit suffit pour faire saisir son importance. Cette importance est non seulement grande comme argument en faveur du transformisme, elle est encore considérable au point de vue du progrès des études morphologiques. La Phylogénie, dans ses rapports avec l'Ontogénie, peut seule, en effet, nous faire comprendre

1. Notre livre n'étant pas destiné aux savants, il faut excuser la façon parfois un peu naïve avec laquelle nous exposons les phénomènes du développement.



réellement ce que c'est, dans un groupe donné, qu'un animal supérieur et un animal inférieur. C'est aussi, seulement, en partant de ces considérations que l'on peut donner la raison d'un grand nombre, sinon de tous les faits d'anatomie comparée. Les anatomistes se bornaient, autrefois, à constater qu'un organe existe ou manque, est développé ou est rudimentaire, chez tel ou tel type animal; c'était tout. Aujourd'hui, on peut montrer comment il en est ainsi, quelle est l'origine des différences et des rapports de structure.

Si l'on accepte la théorie de l'évolution avec toutes ses conséquences, non seulement la notion vague de l'*espèce*[1] disparaît, mais les seules classifications vraiment naturelles, c'est-à-dire exprimant les rapports de structure qui, nous venons de le voir, se résument à des rapports de parenté, sont des *généalogies*.

Haeckel, s'appuyant sur l'ensemble de nos connaissances en fait d'embryologie, d'anatomie comparée et de succession paléontologique, a tenté hardiment la reconstitution de l'arbre généalogique de chaque groupe en particulier et enfin du règne animal entier.

---

1. Aucune des définitions que l'on a tentées de l'espèce n'est satisfaisante. Cuvier (*Règne animal,* tome I, page 19, édition de 1817) définissait l'espèce *la réunion des individus descendus l'un de l'autre ou de parents communs, et de ceux qui leur ressemblent autant qu'ils se ressemblent entre eux.* De Blainville disait : L'espèce est *l'individu répété et multiplié dans l'espace et dans le temps.*

Ces définitions partent d'une conception fausse : l'immutabilité des formes.

L'arbre généalogique du règne animal offre, à sa base, les organismes monocellulaires (Protozoaires nucléés); ceux-ci proviendraient des Monères (Protozoaires cytodiques).

Les Monères constituant aussi les racines de l'arbre généalogique du règne végétal, les deux immenses groupes qui représentent aujourd'hui la nature animée seraient issus des organismes monériens, premiers et seuls habitants du monde à l'époque éloignée où les conditions géologiques ont permis, pour la première fois, l'existence d'êtres vivants.

BIBLIOTHÈQUE DU DÉBUTANT.

Nous réunissons, sous cette dénomination, les titres de quelques livres à la portée de ceux qui, ayant lu notre ouvrage, voudraient pousser un peu plus loin l'étude de la zoologie ou d'un groupe déterminé.

ATLAS DE ZOOLOGIE.

Collection de figures représentant les différents types.

H. BURMEISTER. *Zoologischer Hand-atlas.* 2e édition. Berlin, 1860. (42 planches in-4° coloriées.)

ZOOLOGIE GÉNÉRALE.

LUDWIG K. SCHMARDA. *Zoologie.* 2e édition. Vienne, 1877. (Plus de 600 gravures dans le texte.)

C. CLAUS. *Traité de Zoologie.* (Traduction française.) Paris, 1877.

INSECTES.

MAURICE GIRARD. *Les métamorphoses des Insectes.* (Bibliothèque des Merveilles.) 4e édition. Paris, 1874. (280 gravures.)

VERTÉBRÉS ET INVERTÉBRÉS MARINS.

PH.-H. GOSSE. *A manual of marine zoology for the British Isles.* Londres, 1855-1856. (Plus de 600 figures.)

PARASITES.

P.-J. Van Beneden. *Les commensaux et les parasites.* (Bibliothèque scientifique internationale.) Paris, 1875. (83 figures.)

ANATOMIE COMPARÉE.

Th. H. Huxley. *A manual of the anatomy of vertebrated animals.* London, 1871. (110 figures.)

Th. H. Huxley. *A manual of the anatomy of invertebrated animals.* London, 1877. (158 figures.)

PHYSIOLOGIE HUMAINE.

H. Beaunis. *Nouveaux éléments de Physiologie humaine.* 2e édition. Paris, 1880.

Foster et Langley. *A course of elementary practical physiology.* 2e édition. Londres, 1877.

FAUNE DES PAYS-BAS.

Natuurlijke historie van Nederland. Amsterdam, 1870. Mammifères, 1 vol. Oiseaux, 2 vol. Reptiles et Amphibies, 1 vol. Poissons, 1 vol., par Schlegel. Articulés (Insectes, Arachnides, Crustacés, etc.), par Snellen van Vollenhoven, 1 vol. Mollusques, Vers et autres animaux inférieurs, par Herklots. 2 vol.

Chaque volume peut être acquis séparément. Grand nombre de planches et de figures. Très bonne collection pour ceux qui désirent trouver rapidement les noms de la plupart des animaux de notre faune.

CORRECTIONS.

Page 16. D'après les recherches récentes de Pringsheim, la chlorophylle n'a pas d'action directe dans la décomposition de l'acide carbonique par les plantes. Cette substance jouerait seulement un rôle régulateur dans l'acte respiratoire des végétaux.

Page 382. Au lieu de *Béla Derzö*, lisez *Béla Dezsö*.

R





